中国天文学史文集

（第三集）

2

科学出版社

55.042
144
2:3

中国天文学史文集

（第 三 集）

《中国天文学史文集》编辑组

科 学 出 版 社

TW07/02
85131C

编辑前言

《中国天文学史文集》在有关单位和出版社的大力支持下，已出到了第三集。这个完全不是编者们始料所及的局面，充分说明了这些年来中国天文学史这门学科发展的迅速和所受到国内、外学术界的重视。我们对此理所当然地感到鼓舞、欣慰和自豪。

中国天文学史作为一门学科也有着巨大的现实意义。这门学科的研究向人们展示出我们祖先的光辉业绩，这对我国当前的四化建设有一定的鼓舞斗志的积极作用。而且中国天文学史研究成果，不但对阐明古代文化发展规律是重要的，而且可以使我们得到许多学术上、思想上和方法上的借鉴。当前国际科学界对中国古代文化的研究出现了一种强烈的兴趣，而中国古代天文学史的研究无疑对这种趋势的形成起了良好的刺激作用。这就促使我们继续把中国天文学史的研究成果汇编成册，以满足人们对研究和了解中国天文学史的要求。

本集收入了近年来关于中国天文学史研究的论文十六篇、资料二篇。内容涉及古代历法、天体测量、宇宙理论、古代仪器、少数民族天文历法以及服务于当代天文学研究的中国古代天象记录研究等。

集中收了许多古老的论题，例如，春秋日食、隋唐历法、宇宙起源、西汉日晷、清代星表的中西对照等等，前人对此都已有过许多论述。但本集各文运用现代科学理论对这些论题提出了新的观点和看法，同时也补充了一些前人未

目　　录

《春秋》、《诗经》日食和有关问题……………张培瑜（1）
《颛顼历》商榷……………………………………白光琦（24）
《大明历》中“冬至日在斗十一度”考证…王德昌（33）
《麟德历》定朔计算法………………刘金沂　赵澄秋（38）
《授时》、《大统》预推日食方法的原理…车一雄（89）
清代对开普勒方程的研究…………………………薄树人（97）
《周礼》二十八星辨………………………………王健民（117）
岁差在我国的发现、测定和历代冬至日所在
　　的考证…………………………………………李鉴澄（124）
道光增星——位置误差和清代仪器
　　精度…………………………伊世同　贺健兰　丁晓东（138）
“气”的思想对中国早期天文学的影响……席泽宗（163）
论汉代的天地起源说……………………孙述圻　宣焕灿（176）
从“圆”到“浑”——汉初二十八宿圆盘的
　　启示…………………………………………刘金沂（205）
关于西汉日晷……………………………………郭盛炽（214）
彝族天文学史的研究………卢央、陈久金、刘尧汉（237）
傣历中的纪元纪时法……………………………张公瑾（249）
1054年超新星位置的新证据…………………刘金沂（274）
西双版纳傣文《苏定》译注……………………张公瑾（280）
西双版纳傣文《历法星卜要略》历法部分
　　译注…………………………………………张公瑾（293）

《春秋》、《诗经》日食和有关问题

张培瑜

一、春秋日食

《春秋》是春秋时期鲁国史官所修的一部编年史。书中记下了从鲁隐公元年(B.C.722)至哀公十四年（B.C.481）共242年这段历史时期的许多事件。其中也保存了丰富的天文历法资料（年月四时、历日干支、朔晦闰月、彗孛流陨、日食、星名、视朔、告朔、告月、郊社祭祀等等）。春秋的242年中，记录的日食共37次。这里面注明是朔日发生的有28次（其中年、月、朔日、干支齐全的27次，单缺日干支的1次）；有年月日干支，未注朔的七次，仅有年月(缺日干支、未注朔）的两次〔后两种情况都集中于春秋的前半期、成公以前，仅襄公十五年（B.C.558）八月丁巳（未注朔）一次日食例外〕。这些日食记录不仅对研究春秋历法和年代有很大意义，对讨论地球自转和地球动力学等近代科学问题也有一定作用。古代很多历算家都对这37次日食做过分析考证，留下很多成果。但，或限于时代和方法、或限于工具和条件，仍有未尽之处。近人新城新藏、朱文鑫二氏的研究也仅限于用《日月食典》做了简单比对，而“未经精密推算”。[1]这样做，仅能得出这一天是否有日食，而得不到这一次日食在曲阜或其时中国是否可见的详细情况。目前研究家大都相沿采用他们得出的春秋所载的37次日食中，有33次是与事实相合的

1) 朱文鑫，《历代日食考》第7页，1934.后所引皆指此书，不再注。

说法。是否果真如此呢?为了更进一步研究这些日食资料，本文采用汉森公式[1]和"天文年代学"[2]的方法计算了《春秋》中记录的这37次日食的可见情况(表1)，并计算了自隐公元年到哀公十九年整个春秋时期曲阜可见的全部日食(表2)。

由表1可以看出：(1)《春秋》所记载的这37次日食中，年月日基本相符，曲阜可见的日食共28次；(2)春秋经文没有记日干支，年月相符，曲阜可见者两次(桓公十七年十月朔、庄公十八年三月)；(3)年日干支相符，月名形近致误，曲阜可见者一次〔宣公八年七月甲子，整个春秋247年中，除经文记载的襄公廿四年七月朔甲子日食外，只有这条既合甲子日又合大食分(与"既"相应)这两个条件〕.这31次日食是确实无疑的观测记录(前人所指的33次，除此之外，再加上昭公十七年十月癸酉朔和襄公廿年十月丙辰朔这两次日食。关于这两次日食，我们后面讨论)。

这31次日食记录中有三次(桓三年七月壬辰朔、宣八年七月甲子、襄廿四年七月甲子朔)都记为"日有食之既"。经文中这三次日食都发生在其时历法的七月(宣八年所记月名因形近有误，七月应为十月)。桓三年七月朔、襄廿四年七月朔的两次都是全食或极近于全食，宣八年十月甲子日食为九分的大食。可见其时的观测和记录已较细致。另外，还有三次注明日食时"鼓用牲于社"。它们也都是八分以上的大食。内中两次发生在其时历法的六月，一次在九月。三次"鼓用牲于社"的日食都发生在春秋前半期。后期发生在六月而食分大于八分的日食(如：成公十六年六月丙寅朔、昭公十五年六月丁巳二次日食)都无此注。此外，还有四次

---

1) 奥泊尔子，《日月食典》绪论部分，1887.
渡边敏夫，《天体の轨道计算》第10章，247—258页，1964.

2) P.V.Neugebauer, 《Astronomische Chronologie》, 1929.

表 1 《春　秋》日　食　表

《春　秋》记　载	日食日期	儒略日	食甚时刻(地方时)	可见食分	说　明
隐公 三年　二月　己巳　日有食之	—719. 2.22	1458496	h m 7 04	0.47	
桓公 三年　七月　壬辰朔 日有食之既	—708. 7.17	62659	15 50	1.00	
十七年　十月　朔 日有食之	—691.10.10	67857	16 20	0.56	(庚午朔)
庄公 十八年　三月　日有食之	—675. 4.15	74619	17 56	0.67	(壬子)
廿五年　六月　辛未朔 日有食之鼓用牲于社	—668. 5.27	77218	11 13	0.96	
廿六年　十二月　癸亥朔 日有食之	—667.11.10	77750	10 46	0.77	
三十年　九月　庚午朔 日有食之鼓用牲于社	—663. 8.28	79137	15 42	0.87	
僖公 五年　九月　戊申朔 日有食之	—654. 8.19	82415	14 50	0.95	
十二年　三月　庚午　日有食之	—647. 4. 6	84837	18 04	0.27	
十五年　五月　日有食之					无日食
文公 元年　二月　癸亥　日有食之	—625. 2. 3	92810	13 04	0.87	
十五年　六月　辛丑朔 日有食之鼓用牲于社	—611. 4.28	98008	6 38	0.83	

续表 1

《春秋》记载	日食日期	儒略日	食甚时刻(地方时)	可见食分	说明
			h m		
宣公 八年 七月 甲子 日有食之既	—600. 9.20	1502171	15 52	0.90	(十月朔甲子)
十年 四月 丙辰 日有食之	—598. 3. 6	02703	6 32	0.67	
十七年 六月 癸卯 日有食之					无日食
成公 十六年 六月 丙寅朔 日有食之	—574. 5 .9	11533	15 04	0.96	
十七年 十二月 丁巳朔 日有食之	—573.10.22	12064	7 44	0.72	
襄公 十四年 二月 乙未朔 日有食之	—558. 1.14	17262	15 32	0.58	
十五年 八月 丁巳 日有食之	—557. 5.31	17764	4 58	0.33	
二十年 十月 丙辰朔 日有食之	—552. 8.31	19683	15 04	—	曲阜不见
廿一年 九月 庚戌朔 日有食之	—551. 8.20	20037	15 02	0.77	
廿一年 十月 庚辰朔 日有食之					无日食
廿三年 二月 癸酉朔 日有食之	—549. 1. 5	20540	9 28	0.88	
廿四年 七月 甲子朔 日有食之既	—548. 6.19	21071	14 14	1.00	
廿四年 八月 癸巳朔 口有食之					无日食

续表 1

《春 秋》记 载				日食日期	儒略日	食甚时刻（地方时）		可见食分	说 明
						h	m		
	廿七年	十二月	乙亥朔 日有食之	—545.10.13	22282	7	18	0.92	
昭公	七年	四月	甲辰朔 日有食之	—534. 3.18	26091	14	34	0.42	
	十五年	六月	丁巳朔 日有食之	—526. 4.18	29344	12	34	0.81	
	十七年	六月	甲戌朔 日有食之	—524. 8.21	29900	17	48	0.85	十月癸酉朔
	廿一年	七月	壬午朔 日有食之	—520. 6.10	31289	10	48	0.54	
	廿二年	十二月	癸酉朔 日有食之	—519.11.23	31820	11	40	0.58	
	廿四年	五月	乙未朔 日有食之	—517. 4. 9	32322	8	36	0.52	
	卅一年	十二月	辛亥朔 日有食之	—510.11.14	35093	9	58	0.60	
定公	五年	三月	辛亥朔 日有食之	—501. 2.16	37018	15	32	0.35	
	十二年	十一月	丙寅朔 日有食之	—497. 9.22	39793	12	12	0.93	
	十五年	八月	庚辰朔 日有食之	—494. 7.22	40827	11	58	0.50	
哀公	十四年	五月	庚申朔 日有食之	—480. 4.19	45847	12	56	0.87	

表 2　春秋时期曲阜可见日食表（《春秋》有记载者见表1）

日食		日期	干支	合朔时刻（地方时）		曲阜可见最大食分	日食		日期	干支	合朔时刻（地方时）		曲阜可见最大食分
				h	m						h	m	
隐	元	—721.10. 9	丁未	9	57	0.22	文	三	—623.12. 3	丁丑	15	31	0.07
	五	—717. 7.27	甲寅	15	19	0.52		五	—621. 5.18	戊辰	14	23	0.125
	七	—715. 6. 6	甲戌	15	31	0.10		六	—620. 5. 7	癸亥	7	22	0.35
	十	—712. 9.20	乙酉	7	05	0.05		十二	—614. 6.29	丁亥	6	09	0.88
	十一	—711. 9.13	己卯	11	19	0.27		十三	—613. 6.18	辛巳	10	31	0.05
桓	四	—707.12.31	甲申	9	25	0.77		十四	—613.12.13	己卯	13	05	0.96
	十	—701. 3. 5	甲寅	16	33	0.23		十七	—609. 9.30	丙戌	16	12	0.67
	十一	—700. 8.17	乙巳	10	58	0.60	宣	三	—605. 7.19	甲午	17	16	0.60
	十五	—696. 6. 6	甲寅	7	01	0.54		四	—604.12. 3	丁巳	9	35	0.61
庄	九	—684. 3.26	乙巳	8	00	0.02		六	—602. 5.18	戊申	14	54	0.56
	十二	—681. 8.18	乙酉	7	02	0.46		七	—601. 5. 8	癸卯	7	15	0.40
	十三	—680. 1.13	癸丑	11	35	0.10		十二	—596. 7. 9	壬申	12	44	0.37

续表 2

日食日明		干支	合朔时刻(地方时) h	m	曲阜可见最大食分	日食日期			干支	合朔时刻(地方时) h	m	曲阜可见最大食分
十四	—679. 1. 1	丁未	12	34	0.60		十八	—590. 9.30	丙寅	16	51	0.15
十五	—678. 6.17	己亥	13	39	0.61	成	九	—581. 3.28	丁未	12	59	0.37
十六	—677.11. 1	辛酉	13	10	0.01		九	—581. 9.21	甲辰	16	00	0.66
十九	—674. 4. 5	丁未	8	28	0.68		十	—580. 3.16	辛丑	14	50	0.10
廿一	—672. 8. 8	癸亥	6	30	0.50	襄	元	—571. 3. 7	己卯	11	26	0.77
廿八	—665. 3.27	乙酉	8	30	0.88		二	—570. 8.21	辛未	6	42	0.22
僖 元	—633.11. 1	辛丑	7	57	0.08		三	—569. 8.10	乙丑	6	55	0.52
二	—657.10.21	乙未	10	47	0.22		十一	—561. 3.17	辛巳	6	53	0.10
三	—656. 4.15	壬辰	16	10	0.06		十三	—559. 7.20	丁酉	7	44	0.14
四	—655. 4. 5	丁亥	8	49	0.04		廿六	—546.10.23	庚辰	17	21	0.34
六	—653. 3. 9	癸卯	7	16	0.38		卅一	—541. 7.31	壬午	15	04	0.05
七	—652. 2. 2	庚子	9	05	0.92	昭	九	—532. 1.27	甲子	10	33	0.02
八	—651. 6.18	壬戌	16	24	0.01	定	四	—505. 8.22	癸丑	6	13	0.11

续表 2

	日食日期	干支	合朔时刻(地方时)	曲阜可见最大食分		日食日期	干支	合朔时刻(地方时)	曲阜可见最大食分
			h m					h m	
	九	—650. 6. 7	丙辰	17 14	0.58		七	—502. 6.21	丁卯	18 02	0.38
	九	—650.12. 2	甲寅	8 25	0.04		九	—500.11.23	癸丑	12 44	0.24
	十三	—646. 9.19	辛酉	10 36	0.28		十三	—496. 9.10	庚申	16 36	0.21
	十九	—640.11.11	丙戌	16 22	0.37		十四	—495. 2. 6	己丑	10 11	0.88
	廿四	—635. 2.23	辛卯	16 02	0.83	哀	三	—491.11.14	辛卯	11 17	0.22
	卅一	—628. 4. 6	庚戌	15 37	0.52		七	—487. 3. 9	壬寅	12 32	0.04
	卅三	—627. 9.19	辛丑	7 42	0.42		七	—487. 9. 1	戊戌	14 03	0.29
文	二	—624. 7.19	乙卯	9 45	0.72		十九	—475. 7.22	庚申	10 07	0.42

九分以上的大日食（两次食分大于0.95）都未注“既”。

这31次确实可靠的日食记录中

①食分大于0.75的大食有16次，占一半以上；

②食分大于0.80的大食有14次，几近一半；

③食分大于0.90的大食有 8 次；

④食分大于五分的日食有26次，占80%以上；

⑤食分小于五分的日食仅有 5 次，不到20%。

可以从表 1 看到，《春秋》中所记录的都是三分以上的日食（仅僖公十二年三月庚午日食比三分略小），并且绝大多数（80%以上）都是记录的五分以上比较明显的日食，食分在3/4以上的大食占一半以上.说明其时比较注重大食分日食的出现。只当发生大日食时才记下来，三分以下的不记。

这31次之外，春秋经中其余的六次日食记录都需要讨论.

（1）昭公十七年六月甲戌朔日食（左传记载同）。

这一年六月值丙子朔（不是甲戌），六月不入食限，无日食发生。这一年的九月十月之交(历面的九月晦或十月初)入食限，在曲阜有可见的八分以上的大日食出现。但发生于癸酉日的近日没。既不是六月朔又不是甲戌日（仅年份相合）。

那么是否是错简，将别的年份的六月甲戌朔日食误编到这里了呢。遍检春秋247年全部曲阜可见的日食中（表 2 ）符合这个条件的只有一次（甚至单单要求符合甲戌日食的也仅仅只有这一次），即隐公七年六月甲戌朔日食。昭十七年六月甲戌朔会不会是这次日食错简误编的呢（隐公之事编在昭公，七误为十七），这不能完全排除，但可能性是不大的。前面已述，春秋所记大多都是五分以上比较明显的日食。昭十七年十月朔癸酉是一次曲阜可见八分以上的大日食，而隐公七年六月甲戌可看到的却是仅及一分的小偏食，何况隐、昭

相距又近200年。但不是这样，何以这次日食月误日又误呢？有的学者认为，这次日食是一次预报，看来也不太可能。姑且不谈这时是否已有推算日食之法，此时已到春秋末期，自成公以后，日食全发生在其时历法的朔日，这表明对朔望月的长度、朔日已能定得相当准确。总不至于会发生日食报不准，而连预告朔日干支还处于相差两天的粗疏程度。

（2）襄公廿一、廿四年的两次比月而食。

襄公廿一年九月庚戌朔和廿四年七月甲子朔这两次都是曲阜可见很大食分的日食。它们都是中心食（地球中心与影锥轴的最短距离γ小于地球半径,在地球上产生全、环食）。这两次日食时日月距黄白道交点分别只有7°和2°，都处于日全食食限之内。而下一次合朔时（一月之后）日月距交点已远出食限之外，不可能再发生日食。所以这两次比月日食的记载有错误。对这两次比月食，新城认为是其时屡遭日食，人心惶惶，偶于云匿蔽日，误认又值日食。李光地认为："盖史者异文而夫子两存之，以阙疑耳"，以一事记于两处。朱氏认为，此二比月食纯属史误，并说，"前人谓为错简，非尽无据，但必欲置他处，也未免多事。因春秋242年间，中间可见之日食奚止三十有七，如必以为错简而移易，虽年月类似亦不胜枚举，何必强为牵合哉"。这个说法其实并不尽然。由表2可知，春秋247年间曲阜可见的庚辰日食除经文记载的定公十五年八月外，仅有B.C.547.10.23庚辰傍晚带食没的一次，曲阜可见的食分为0.34。但这一年合襄公廿六年，月份也不是十月朔而是十一或十二月。襄廿一年十月庚辰朔比月食记录或许就是这一次的误置。

襄廿四年八月癸巳朔比月食的证认就更困难了。由表1、表2可看出，整个春秋247年中没有一次曲阜可见的日食出现在癸巳日。过去学者大多认为这次比月日食是文公

十一年八月朔癸巳那一次日食的误编，月日干支都相符契。但经我们核算，这次日食是一次偏食（γ＝＋1.32），半影锥扫过地球的北端，在其时鲁都曲阜和中国看不到。只在高纬地区（北纬大于60°），才有可能看到这次日食。

（3）《春秋》经文上记有宣十七年六月癸卯日有食之。但该月不入食限。这一年发生两次中心食。B.C.592.4.17的那一次环食，发生在南半球，γ＝－0.62，鲁都曲阜看不到。北纬低于10°者，刚可见小偏食（朱文鑫先生认为曲阜可见一分以上是不对的）。另一次是－591.10.10—11的日全食。虽在北半球，但日月合朔时曲阜适值夜间。而且这两次日食皆不值癸卯（前者乙亥，后者辛未—壬申）。显然史载有误。整个春秋时期，曲阜可见的癸卯日食共出现过两次，一在僖公六年（B.C.654.8.8），曲阜可见食分为0.38的日偏食；另一发生在宣公七年（B.C.602.5.8）曲阜可以看到日偏食，食分为0.40。前者既不属宣公时期，月份也不对（僖六年八月朔），后者合于宣公时期，又合六月，仅经文所记年份多一个“十”字。前代学人已指出，可能是七年这条日食误置十七年，看来是可信的。

（4）僖公十五年五月日食，经、传都有记载。

这一年有三次日偏食。但都不值五月（一次在其时历法二月，另两次在八月、九月），而且经计算，这三次日偏食曲阜均不可见。二月者（－644.2.3），西半球北部可见；八月者（－644.7.29），南半球的南纬20°以南部分地区可见；九月的那一次，－644.8.28，北纬50°以北地区可见。它是否可能是另一次日食错编于此的呢？在春秋十二公中，只隐闵无十五年。其余十公中，文、襄、昭、定四公经文记载它们的十五年或于六月或于七、八月都有日食，故不可能在五月还有别的可见的日食（除襄十五年外，都是中心食。襄

十五年七月丁巳有偏食，曲阜可见，八月有比月食，发生在地球的南端，曲阜看不到）。僖十五年的日食情况前面已述。宣、成、哀三公的十五年均无曲阜可见的日食发生。只有桓十五、庄十五有日食可见。一为－696.6.5，一为－678.6.17，都是五分以上较明显的日食，但都在周正七月。后面将要谈到，隐、桓时期的岁首是有时建丑有时建寅的，庄公时一半建子、一半建丑。而这次日食未注明是五月朔还是晦，因此不能排除桓庄之事错编在僖公的可能性（都属春秋早期）。也许还有另一种可能，这次日食确属僖公时期，而年份有误。这里最可能的是发生在僖公卅一年五月的一次中心食，曲阜可见食分为0.52的偏食（－628.4.6），其它接近的还有僖公三年、四年的两次，都发生在五月，但食分甚小，都不足0.1，可能性不大。僖公九年（－650.6.7）的一次曲阜可见近六分的偏食带食而没，虽月份稍迟，但似亦有可能。这次日食记录仅具年月、又有差错，较难判定。作者较倾向于是桓十五年五月的那一次。

（5）经文中还有一次日食需要讨论。朱文鑫先生认为昭廿四年五月乙未朔这次日食“起于西伯利亚西部，略偏东即向西北而入北冰洋，为时极短，鲁都不能望见，必系史误”。此说不确。这次日食曲阜正值上午，可见到日食从初亏到复圆的全过程及食分大过五分的偏食。而朱先生认为可见的襄公廿年十月丙辰朔的那次日食，在曲阜却是无法看到的。这里可看出，仅仅依靠《日月食典》的图表进行简单比对是不够的。这次日食作者做了稍为详细的计算，它是一次日环食（$\gamma=-0.088$），合朔时离黄白交点只有1°左右。但在地球稍许偏南的地区才能见到，曲阜看不到它。可见日食的北界的经纬度如下：

经　度	113°.0	114°.1	117°.8

纬　度　　　27.°7　　27.°1　　25.°4

我国湖南、江西、福建一带刚能看到它。

综上所述，《春秋》记录的37次日食中有31次是确实无疑的；其余六次都不能十分确定，情况可归纳如下：

（1）宣公十七年六月癸卯日食乃宣公七年六月癸卯日食之误（衍一“十”字），似无问题（宣十七年无可见的日食，也无其他两可情况，除非乃其时预报）。

（2）昭公十七年六月甲戌朔日食，似应为十月癸酉朔日食之误（食分0.85）。在汉代，尤其西汉前期日食记录中有不少这种情况（月日误、年不误）。

（3）襄廿年十月丙辰朔日食，曲阜不可见。在春秋的247年中，僖公九年七月朔丙辰有可见近六分的日食，古七字与今十字形近易误，是否是这次日食错编在此。春秋似尚不知推算日食之法，不然的话，这次日食很可能是得自别国的传闻。

（4）襄公廿一年、廿四年两次比月食，如不是一事记于两处，则廿一年十月庚辰朔有可能是襄廿六年十二月朔庚辰日食错简误置，十二月误为十月。廿四年八月癸巳朔日食却仍是个问题。文公十一年八月癸巳朔有日偏食，但曲阜不可见。我们倾向这次比月食纯属误记（一事记于两处）。

（5）僖十五年曲阜无可见的日食发生。经文又缺记日干支，不定因素太多，无法判定。有可能是桓十五年五月日食误置所致。

二、《春秋》日食记录和春秋时期可见的日食

整个春秋时期（鲁隐公元年到哀公十九年共247年），曲阜可见的日食共98次。除《春秋》记录者外（昭十七年十月

癸酉朔日食列入经文记载），其余66次经文未载[1]，其中

食分大于0.9者有两次；

食分大于0.8者有六次；

食分大于$\frac{3}{4}$者有八次；

食分大于0.5者有23次（食分≥0.5者24次）；

食分小于0.3者有30次，几占一半。

九分以上大食经文未载者两次，漏记仅占20%；

八分以上大食春秋未载者六次，漏记占30%；

$\frac{3}{4}$以上大日食春秋未载者八次，漏记占33%。可以看出，春秋经文未载者主要是小食分的日食，尤其是三分以下的偏食，《春秋》基本上全都没有记录。清楚表明《春秋》有意不记三分以下的日食。

将《春秋》中未载的全部这66次日食、以及漏记的五分以上（包括五分）的24次日食按月份做个统计（表3，大食分日食因漏记的较少，不好统计）。得出，用这两种方法统计的结果相当符合。漏记的日食中几近一半都集中在六、七、八、九这四个月中。由《春秋》未载的全部日食统计，

表 3

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
《春秋》未载全部日食	3	3	6	4	4	3	7	7	9	3	5	5
《春秋》漏记五分以上日食	1	3	2	2	1	4	3	3	2	0	0	3

1） 计算的食分可能有±0.05的误差，故曲阜可见的部分小食分日食可能稍有出入，并可能有疏漏。

这四个月中共漏记31次，占漏记总数的47%；《春秋》未载的五分以上的大日食，这四个月中共漏记11次，占总数的46%。鲁国所处地区，夏季天多阴雨，降水量约占全年的60—70%，六、七、八、九这四个月正值夏季附近。所以《春秋》中有些日食漏记，其原因与天气情况不无关系。另一方面，就是《春秋》经中对三分以下日偏食根本不记，而它们几占漏记总数的一半，因此，可以看出，《春秋》日食记录是在当时条件下相当完整的大食分日食的观测记录。例如，昭公在位三十二年，曲阜可见的日食，《春秋》基本上全有记载。

春秋247年中在同一地区共出现可见的日食98次.平均每2.5年（约31个多月）要出现一次可见的日食。我们也统计了近200年（1821—2020）北京地区可见的日食[1]共有76次。平均每2.6年（约32个月稍多）一次.所得结果比较一致，即平均说来，在同一地区基本上大约每2.6年（31到32个月）要出现一次可见的日食。但象春秋所记载的大食分日食那样集中地在同一地区出现却是并不多见的。因此这些二千四、五百年前的资料，对地球自转等近代科学问题的研究是极为珍贵的。从近200年北京地区可见日食统计可知，这二百年中没有一次日全食发生，食分大于0.9（包括0.9）的大食也仅出现三次，都比《春秋》记载的为少。食分大于0.8（包括0.8）的共17次，大于0.75（包括0.75）的共19次，与春秋时期差不多。

推算和预报交食的知识，不外来自两种途径，其一是基于对日月运动的认识；另一就是根据大量的日月食记录分析得出的经验方法和数据。

历史上较早而又完整地谈到关于我国早期预报、推算交

1） 紫金山天文台编《二百年历表》，1959。

食之法的文献，大多出自汉代。

（1）《史记·天官书》中记有交食发生的周期、食间间距。可知西汉前期已有以周期预报交食的方法，可惜史记所记数据有脱误。

（2）西汉末刘歆的三统历（见《汉书·律历志》）中，给出正确的周期长度、食间间距、交食年长度（135月有23交）和计算方法。此时交食推算、预报方法已相当成熟。

（3）东汉初年王充《论衡》中提到了日月食交食周期、间距的另一组数据，并阐述了交食理论和日月食发生的方位。

其后《续汉志》中详细记载了东汉时期的交食推算方法。周期仍采用三统历的135月，但是其数据、历元、方法、使用时段都已选得比较适当。已可在很长的时期内一个不漏地报出全部月食。《后汉书》中并记录了东汉时正确地报准日食的情况。

可见我国汉代已有比较成熟的预报和推算交食的方法。我国古代预报交食的周期是135月，与巴比仑223个月不同，说明这是各自独立得出的，而其精度相当。显然，对于类似的精确度而言，所采用的周期越短，就越容易安排、掌握，使用起来就越方便。

从我国对日月运动认识的历史看来，中国早期推算预报交食的方法，很可能是经验得出的。在西汉时，我国可能保存的完整的交食记录，看来仅有春秋日食记录和西汉日食表两种（关于西汉时期58次日食记录的情况，另文讨论，此从略）。

在春秋记载的37次日食记录中，除11次外，其余26次，它们中的每一次都和另一次或某几次日食之间有着135个月的倍数关系（当然，这些日食记录中由于有些是误记，有的年月错编，古人并不知道这一点，因而其中有些135月的周期

关系其实并不是真实的）。

从可确认或比较认定的34次日食记录中，可看出，其中24次有上述135个月的周期关系，例如：

僖十二到文元，成十七到襄廿一，昭廿二到定十二，襄廿四到昭十五，昭十五到定五，等等	相距 2 ×135月；
桓三到庄十八	相距 3 ×135月；
昭十七到哀十四	相距 4 ×135月；
隐三到僖五，宣八到昭七，庄廿六到宣七，等等	相距 6 ×135月
桓十七到宣十，文十五到昭十七，等等	相距 8 ×135月
僖五到襄廿七	相距10×135月
庄廿五到襄廿四	相距11×135月
文十五到哀十四	相距12×135月
庄廿五到昭十五，桓十七到襄廿，等等	相距13×135月
庄廿五到定五	相距15×135月
隐三到襄廿七	相距16×135月

我们也分析了整个春秋时期曲阜可见的全部日食和近200年北京可见的全部日食，得出，事实上这个135月的倍数关系，对于同一地区可见日食的出现来说，任一整数都成立．只是1，5，7，9，……出现较少，2，3，4，6，……尤其是2出现较多而已。

所以，春秋时期的这份持续较久、比较完整的日食记录可能就是西汉时期得出135月交食周期（“食之既者至此而复既”）数据的主要依据[1]。

1） 用周期预报日食或月食，在历元和时段选择上是不同的。关于我国古代的交食预报有关问题将在另文详细讨论，此处从略。

除135月周期外，春秋日食记录符合47月、111月、129月、223月……周期关系的也不少（尤其 2 ×47，111，129，3 ×47，2 ×135，3 ×223月……经常出现）。

三、《诗经》日食与周代历法的岁首

夏、商、周三代的历法以哪个月为岁首，是很重要的一个问题。

《尚书大传》、《史记·历书》明确记有上古三代（夏、商、周）采用不同的正月，即“三代三正”（《左传》中有类似的说法）。

至今还没有发现夏代的文字记载，只能存疑。殷商有一些记有月名的天象（如月食）、气象、农事活动的卜辞，可供分析，限于篇幅，这里也暂不讨论。

关于周代，至今研究西周史、金文、西周年代的学者都无一例外地采用周历建子的说法（固定以建子之月为正月）。实际上这是可商榷的。

（1）从历法的发展来看

根据观象和测景，当认识并能比较准确地定出分至（例如冬至）的时候，就可将闰月做适当的安排，这样，历法的岁首已可相对固定。

这时显然将冬至所在之月做为年终的历法比较方便（即建丑、建寅），如该月冬至未到则在其后设一闰月（年终闰）予以调整。季节的差错可较及时得到纠正。

但也可能会将冬至之月作为年首（建子），当正月测不到冬至时，则这一年的年终置一闰月。这时季节与月名的差错要保持较长的时期（一年）后才能得到改正。当然这种作法应该更加原始，历法发展中是否或何时有过这么一个阶段

还值得研究。并且要注意，这时的岁首有时是在建亥之月，也并非完全固定。

等到对太阳运动、对年月日的长度有了稍为清楚的认识，就可大致推算出冬至出现的日期和所在的月份，而不必临时由测景来决定置闰和岁首，这时的历法往往采用冬至作为计算起点、以含冬至之月作为岁首，这表明已发展进入到推步历法的阶段。所以建子的历法的采用往往是与推步历法联系在一起的。

早期的历法以建寅建丑之月为岁首是比较可能的，这与三代三正的说法基本相符。但以建丑建寅为岁首的时代却要讨论。

实际上靠观测得到冬至、从而决定置闰和岁首并非易事。因此，在古代的早期历法中也可能由依据测景、观象授时、物候的知识对年长有了基本认识之后，采用过按一定规律（如：三年一闰，三年、二年交替置闰等等）设置闰月的办法。这样的历法，岁首显然不会严格地固定在某个月。

（2）几件共和、宣、幽时期铜器年月的分析

西周时期的历法到底以哪个月为岁首，下面选择几件年代比较可靠的铜器作些讨论。但这里有时建子、建寅难以区分。如：

元年师𩛥簋　　正月初吉丁亥

学者多定为共和器。共和元年（B.C.841）正月（建子、建寅）都是壬午朔，丁亥为正月初六，即属这种情况。

五年兮甲盘　　三月既死霸庚寅

研究家多定为宣王器。宣王五年（B.C.823）三月（建子）丁卯朔，廿四庚寅；三月（建寅）丙寅朔，廿五庚寅，建子建寅也难以判断。

元年师兑簋　　五月初吉甲寅

此器有共和、幽王两说。幽王元年（B.C.781）建子五月壬辰朔，廿三日甲寅与初吉不合，应属共和器。共和元年（B.C.841）建子、建寅五月无甲寅。只可能为建丑五月庚戌朔，初五甲寅。说明西周晚期的历法确有时是建丑的。

十七年此簋　　十二月既死霸乙卯

专家们都定为宣王器。宣王十七年（B.C.811）建子、建寅十二月无乙卯，只可能为建丑十二月癸丑朔，初三乙卯。

三年柞钟　　四月初吉甲寅

研究家定为幽王器。幽王三年（B.C.779）四月（建子建寅）无甲寅，建丑四月辛亥朔，四日甲寅。

后面三器，正月朔（建丑）太阳位置都在280°—290°之间。显然，这并非由于冬至实测不准引起的偶然出现的岁首差误。

仅从以上数例，即可看出，西周历法虽然建子建寅不好判定，但确实有时以建丑之月为正月，至少不是完全建子，且并不严格固定在某一个月，这是可以肯定的。

（3）诗经日食考

《诗·小雅·十月之交》中记录了一次辛卯日食。中外学者对它做过多次考证与研究。有人说它记的是周幽王六年（B.C.776.9.6）的日食，有人说它是指平王卅六年（B.C.735.11.30）的那一次辛卯朔日食[1)]，也有人说它是厉王时期的天象。

我们分析了厉、宣、幽、平、桓、庄六王时期全部发生的日食。在这二百年间（B.C.880—680）有可能为其时历法十月而干支为辛卯的日食共发生过四次，它们是：－832.9.5；－796.10.26；－775.9.6；－734.11.30。计算表明，这四次

1）能田忠亮，《詩經の日蝕に就て》，刊《东方学报》，京都，第十册，1935。

日食中前面的两次都是偏食，在中国全境都不可能看到它们。因此，可以肯定地说，厉王、宣王时期没有发生过周人可见的十月辛卯朔日食。

B.C.776.9.6的那次日食稍许偏北，γ = +0.87，周都不可能看到它。这次日食的南界如下：

经度	105°.4	109°.0	113°.5
纬度	36°.3	36°.7	37°.0

对于近于周都的经度（λ≈109°），大约北纬40°的地方才能看到一分的偏食（在东经105°.4，北纬39°.7之处也仅可见一分），这约相当于今内蒙西部、宁夏北部一带，在该日日出不久可看到一次小偏食。所以，《诗经》所记看来不大可能是这一次。

而B.C.735.11.30的日食，γ = +0.60，在该日上午周都以及整个周土都可看到食分很大的日偏食（周都可见到食分在八分以上）。诗经所记的辛卯日食很可能指的是这一次。

这次日食发生于夏正（建寅）十一月朔日。当然这还可符合诗经上所说的"十月之交，朔月辛卯"这句话。在这里，既可能称"十一月"朔为"十月之交"（交会），也可能这月就是其时历法的十月。因此，如果诗经日食确是指这一次的话，那么其时的历法就是以寅月作为岁首的（甚至可能是卯月）。

（4）春秋鲁国历法的置闰和岁首

春秋上距西周只有几十年。下面看看春秋鲁国的置闰和岁首情况。

《春秋》是鲁国史官所修的历史，它所记载的历史事件的月日是依据其时鲁国行用的历法。

根据《春秋》中记录的三十多次确实的日食记录，参照分析近四百条历日干支和闰月资料，得出春秋鲁国历法的置

闰、岁首的简况（关于春秋、左传历法的详细情况将另文讨论）如下：

①春秋初期，隐公到庄公初年的三十余年中，大体上按照每三年设一闰月的做法。隐公时期岁首大体上是一半建寅一半建丑。桓公时代大多建丑（约$\frac{3}{4}$）、少数建寅（约$\frac{1}{4}$）. 在公元前七世纪中期庄、僖时代，已基本上掌握了十九年七闰的合天闰率。

因为初期设闰比正常闰率来得少，因此，岁首逐渐前移。到庄公时大致为一半建丑一半建子。直到文、宣时期，鲁国历法的岁首基本上较稳定的建子了。

如果连续施行57年（三章）三年一闰的置闰方法，则显然要比正常置闰少二个闰月。由隐公时期建寅建丑各半到文、宣时期基本建子、说明岁首前移了1.5个月. 这个结果与前面说的在春秋初期的三十余年中大致按三年一闰的做法相合。

②文、宣以后，闰年设置比较严格地符合十九年七闰，如成、襄时期的六章（114年）中（宣公十八年到哀公十七年）共设了四十二个闰月。但闰年的位置并未完全固定，所以岁首仍有一定摆动。

十九个整年近于6939$\frac{3}{4}$天，而235个朔望月也近于6939$\frac{3}{4}$天。十九个整年后太阳又回到黄道上起始的位置，而这时正好又值起始那天的月相。所以每章十九年后的正月朔日的太阳位置都是相当接近的。如根据同样的置闰标准，那么在十九年中闰年的位置应该是固定的。例如，以冬至在正月为置闰标准的历法（建子，章首历元冬至朔旦同日），闰年的位置在每个十九年中大致为：第三、六、八（或九）、十一、

十四、十七、十九年。由春秋鲁国的闰年设置看出，甚至到了春秋后期，鲁国的历法的闰法并没有完全按照固定的规律（章法），还有一定的随意性。因此，约有$\frac{1}{10}$的年份，其岁首有±1个月的摆动。

春秋鲁国历法的朔策比较准确，但闰年安排还没有严格的规律。其后的古四分历，为折衷配合年月日的长度，虽然牺牲了一点朔策的精度，但建立起十九年七闰的正规章法和统一的年月日朔闰气的推步体系，因此得到固定的岁首。在历法史上这是一个进步。就是说，大约在古四分法出现的时期（春秋战国之交），建立起十九年七闰的正规章法，闰年的位置和岁首才完全固定下来。

综上所述，看来在讨论铜器断代和西周年代的时候，不能完全拘泥于周正建子的见解。

《颛顼历》商榷*

白光琦

关于颛顼历术问题，陈久金、陈美东同志已经基本解决（见《中国天文学史文集》1978年）。作为一个业余爱好者，我觉得还有若干未尽之处，不揣冒昧，提出来和学者商讨。

一、朔和朔旦

颛顼历术曰："天元正月己巳朔旦立春，俱以日月起于天庙营室五度"。（见《续汉书·律历志》注）因为颛顼历的朔旦和立春分别是一月和一年之始，历元要求这两个时刻重合，所以日月都在立春点营室五度。古人以夜半为一日之始，历元的起始时刻也就只能是夜半。

由《开元占经》推知，颛顼历以公元前2760306年为上元。此历元从夜半始，还有两条证据：

（1）《续汉书·律历志》刘洪说："夫甲寅元天正正月甲子朔旦冬至，七曜之起始于牛初。乙卯之元人正己巳朔旦立春，三光聚天庙五度。课两元端，闰余差百五十二分之三，朔三百四，中节之余二十九。"他算得殷历和颛顼历之差为：闰余$\frac{3}{152}$月，朔旦$\frac{304}{940}$日，中节$\frac{29}{32}$日。今以汉武帝元光元年十一月为例，由两历上元计，如下页表：

* 本文的平朔、定朔、日食、冬至、五星所在，皆为作者简略推算，仅能说明问题。精确数字应以专家计算者为准。

	朔旦	冬至	闰余	说明
殷历	$55\frac{257}{940}$	$23\frac{1}{4}$	$\frac{18}{19}$	本文用数字代表干支纪日，以甲子为0，乙丑为1，余类推。
颛顼历	$54\frac{893}{940}$	$22\frac{11}{32}$	$\frac{141}{152}$	
二历之差	$\frac{304}{940}$	$\frac{29}{32}$	$\frac{3}{152}$	

（2）据《晋书·律历志》，杜预"并考古今十历以验《春秋》"，在春秋三十四次有甲乙的日食中，颛顼历得八食。今由上元计，正得八朔。这八食是：僖十二年、宣十七年、襄廿四年八月癸巳、昭七年、廿二年、廿四年、定十二年、哀十四年。

然而，由史籍及出土文物所推算出来的汉初合朔时刻，却与由上元所推者不符，约晚半日。这个问题，还需要进一步的解释：

我们现在，朔和合朔是同一概念，晦日与二日并无重要地位，太初以前则不尽然。古人晦朔并提，日食发生在晦朔都算正常现象，晦朔月见方为时历之误。日月相合的时刻，古人以为晦朔之交，历家称为朔旦（贾逵论历始称合朔）。如果朔旦在夜半，晦朔自然容易划分，如果不在夜半，有的历家就用借半日法来解决，即：朔旦加半日为朔，朔旦减半日为晦，这样就可以避免晦朔月见了。颛顼历的晦朔就是这样确定的。

借半日法见于《汉书·律历志》。它说："先借半日，名曰阳历；不借，名曰阴历。所谓阳历者，先朔月生；阴历者，朔而后月乃生。"就是说，阴历的朔和朔旦一致，所以"朔而后月乃生"，阳历则朔在朔旦后半日，所以"先朔月生"。

《史记·封禅书》有太初元年"十一月甲子朔旦冬至日，祠上帝明堂。……十二月甲午朔，上亲禅高里。"按颛顼历，冬至在十月癸亥晦，此作甲子，必已改历。这个新历，就是《史记》的"历术甲子篇"，以十一月为岁首，甲子夜半朔旦冬至为历元。它的元首之月先大，自然用的是借半日法了。至五月，改行太初历，才废弃此法。

二、创制时间

古人造历，必经实测，我们可以通过古历的误差来探求其测制时限。

春秋经传历朔误差表

历　晦　朔	平　朔	误　差
桓三年七月壬辰朔	29.00	先天≥0.01
桓十七年十月(庚午)朔	6.39	同日
庄二十五年六月辛未朔	7.58	同日
庄二十六年十二月癸亥朔	59.14	同日
庄三十年九月庚午朔	7.07	先天≥0.08
僖五年正月辛亥朔	48.72	先天≥0.73
僖五年九月戊申朔	44.96	同日
僖五年十二月丙子朔	13.55	先天≥0.56
僖十五年九月己卯晦	16.29	同日
僖十六年正月戊申朔	44.88	同日
僖二十二年十一月己巳朔	5.46	同日
僖二十四年三月己丑晦	27.47	先天≥0.48
文元年五月辛酉朔	58.80	先天≥0.81

历　晦　朔	平 朔	误 差
文十五年六月辛丑朔	37.12	同日
成十六年六月丙寅朔	2.13	同日
成十六年六月甲午晦	31.66	同日
成十七年十二月丁巳朔	53.69	同日
成十七年闰月乙卯晦	52.75	同日
成十八年夏历二月乙酉朔	21.34	同日
襄十四年二月乙未朔	31.07	同日
襄十八年十一月丁卯朔	3.84	同日
襄十九年夏历五月壬辰晦	29.62	同日
襄二十年十月丙辰朔	52.58	同日
襄二十一年九月庚戌朔	46.94	同日
襄二十一年十月庚辰朔	16.47	同日
襄二十三年二月癸酉朔	8.96	后天≥0.04
襄二十四年七月甲子朔	0.51	同日
襄二十四年八月癸巳朔	30.04	先天≥0.05
襄二十六年三月甲寅朔	51.13	先天≥0.14
襄二十七年六月丁未朔	43.61	同日
襄二十七年十一月乙亥朔	11.27	同日
襄二十八年十二月己亥朔	35.17	同日
昭元年夏历十二月甲辰朔	41.23	[illegible]天≥0.24
昭七年四月甲辰朔	40.71	同日
昭十二年十月壬申朔	8.80	同日
昭十五年六月丁巳朔	53.77	同日

续

历晦朔	平朔	误差
昭十七年六月甲戌朔	12.04	先天≥1.05
昭二十年七月戊午朔	54.20	同日
昭二十一年七月壬午朔	18.10	同日
昭二十二年(闰)十二月癸酉朔	9.65	同日
昭二十三年正月壬寅朔	39.18	先天≥0.19
昭二十三年七月戊辰晦	5.89	同日
昭二十四年五月乙未朔	31.67	同日
昭三十一年十二月辛亥朔	47.55	同日
定五年三月辛亥朔	47.03	同日
定十二年十一月丙寅朔	2.91	同日
定十五年八月庚辰朔	16.48	同日
哀十四年五月庚申朔	56.68	同日

说明：1．桓十七年经“十月朔，日有食之”，今推算，日食在庚午，补入本表。

2．襄二十八年传：“十二月乙亥朔，齐人迁庄公殡于大寝”。乙亥乃己亥之误。

3．僖五年传：“春王正月辛亥朔，日南至……”乃刘歆伪造，不足为据。

4．昭十七年经传：“六月甲戌朔，日有食之”，误。今推算，日食在十月癸酉，且六月平朔丙子，历朔不可能差二日。

通过对上表的分析可知，春秋历朔，多先天，或后天，增置大月亦无规律，历家虽然已知一月大于二十九天半，但尚无固定的朔策，历朔是通过实测随时调整的。

由上表，得春秋历朔可信者46，其中与平朔同日者36，异日者10，异日占22%，可知春秋时历朔的误差约为0.22日，而实测的误差还应小于此。

汉魏改历气朔误差表

历法	制定年份	天正冬至				天正合朔			
		旧历	新历	今推	新历误差	旧历	新历	今推	新历误差
太初	前104	$59\frac{27}{32}$	0	59.4	+0.6	$0\frac{401}{940}$	0	59.73	+0.27
四分	公元85	27	$26\frac{1}{4}$	24.9	+1.4	$19\frac{19}{81}$	$18\frac{450}{940}$	18.36	+0.12
乾象	206	$1\frac{2}{4}$	$1\frac{41}{589}$	59.2	+1.8	$36\frac{594}{940}$	$36\frac{294}{1457}$	36.12	+0.08
景初	237		$43\frac{1161}{1843}$	41.8	+1.9		$35\frac{3915}{4559}$	35.87	−0.01
元嘉	443	$44\frac{897}{1843}$	$41\frac{211}{1824}$	41.7	−0.6	$39\frac{3759}{4559}$	$39\frac{617}{752}$	39.82	0
大明	463	$26\frac{111}{1824}$	$26\frac{22070}{39491}$	26.6	0	$13\frac{658}{752}$	$13\frac{3429}{3939}$	13.88	−0.01

分析：（1）《续汉书·律历志》有“至元和二年，‘太初’失天益远，……而候者皆知冬至……后天四分日之三，晦朔弦望差天一日，……于是‘四分’施行。”按‘四分’改历，冬至提前$\frac{3}{4}$日，与所测一致，而朔旦只提前0.76日，与所测不一致。这大概是为了迁就“甲子夜半朔旦冬至”这个理想的历元之故，还因为这“差天一日”是个近似数，它应稍小于一日。所以四分历测算的天正朔旦应在$18\frac{19}{81}$—$18\frac{450}{940}$之间，由平朔18.36计，实测误差必小于0.12日。

（2）太初元年十一月平朔59.73，定朔59.35±0.05，而太初历朔旦0.00，后天0.27日，也是为了迁就那个理想的历元，实测误差决不至此，因为西汉的误差不应该大于春秋。

如上所述，古人所测平朔的误差，春秋时小于0.22日，东汉元和时小于0.12日，战国介于其间，虽然史料不足，仍可从发展阶段上予以考察。古代对合朔的测算有两次突破。战国初，首创章、蔀、纪法，以$29\frac{499}{940}$为朔策，须经315年才后天一日，其精密程度，没有观测上的进步是达不到的，这是第一次突破。到东汉末，刘洪创月行三道术，把近点月、交点月引入历术，才打破940分法，从而使平朔的误差很快缩小到0.01日，这是第二次突破。由此而论，战国时所测平朔误差，与四分历属同一阶段，不会大于0.12日。通过这一途径，可以求得古六历创作的年代。

颛顼历与天密合的年份是公元前325年（此年正月平朔22.142，颛顼历朔旦$22\frac{133}{940}$），其误差以0.12日计，为±38年。它的测制时间当在公元前363—287年之间。

陈久金等同志以秦始皇元年为颛顼历的实测历元，根据是不足的。其一，此年正月平朔13.53，颛顼历朔旦$13\frac{736}{940}$，后天0.25日，误差太大。其二，《马王堆汉墓帛书》中的五星占有木、土、金三星都在秦始皇元年正月"与营室晨出东方"，还说："秦始皇帝元年正月填星在营室"，而据现代推算，这年正月木在牵牛，土在虚，金在女、虚，三星都不在营室，不能认为是秦始皇元年实测。从天象看来，这三星行度倒似秦汉之际所编，见下页表：

帛书三星行度对照表

年份	木星出东方			土星出东方			金星出东方		
	帛书	今推	失次	帛书	今推	失次	帛书	今推	失次
秦始皇元年正月	与营室	与牵牛	4舍	与营室	与虚	2舍	与营室	与女、虚	2舍
二十五年正月	同上	与女、虚	2舍	与箕	与箕	0	同上	与女、虚、危	1舍
汉高祖九年正月	同上	与虚	2舍	与角	与角	0	同上	与女、虚、危	1舍

三、岁首

我们知道，《史记·秦本纪》直接采自《秦记》，自然用秦国的历法系年，而魏襄王墓出土的《纪年》，则用夏历系年。由于二历岁首不同，往往出现一年之差。仅将最早可考的事件列下：

事件	秦历年份	夏历年份
马陵之战	秦孝公廿一年，当魏惠王廿九年	梁惠成王廿八年十二月
西河之战	秦孝公廿二年，当魏惠王卅年	梁惠成王廿九年十月
韩称王	秦惠文君十三年，当韩宣王八年	郑宣王七年十月

由上表可知，夏历之冬，于秦已入明年。秦以十月为岁首，至少可以追溯到孝公之世。

四川青川出土的秦更修田律木牍，有“二年十一月己酉朔”，证明秦武王二年曾以正月为岁首。但不久复如故，终昭王之世，岁首都在十月。及吕不韦用事，再度改以正月为岁首，但也为时不久。

从秦汉的大量史籍及文物看来，颛顼历以十月为岁首，是占统治地位的。

四、置闰

颛顼历的置闰原则，本来是置冬至于十一月。汉文帝后元年，改为置立春于正月朔旦前后各半月之内，即章首闰余$\frac{1}{2}$月，仍于每年加$\frac{7}{19}$，闰余$\frac{12}{19}$以上之岁置闰。

颛顼历置闰都在后九月，即使在吕不韦用事改以正月为岁首的那些年内也不例外。

《史记·秦本纪》："庄襄王三年，四月日食。"就是公元前二四八年四月戊子朔咸阳可见的大食。于颛顼历为癸巳蔀第四十三年，正月庚申朔，四月戊子朔，与史载四月日食相符。此年天正十一月廿八日冬至，必闰，如闰十二月，则日食为三月，与史不符了。

《睡虎地秦墓竹简·封诊式》有"四年三月丁未"的记载，因惠王后元、武王、昭王四年皆无此历日，当为秦始皇四年。又，《史记·秦始皇本纪》有"四年十月庚寅，蝗虫从东方来，蔽天。"的记载，但十月已入冬，不得有飞蝗，应依《六国年表》"七月蝗蔽天"改正。按颛顼历，此年天正十一月辛卯朔，廿四日甲寅冬至，必闰，但从三月丁未、七月庚寅推知，十二月并未置闰。

又，《睡虎地秦墓竹简》有秦始皇"七年正月甲寅"、"十二年四月癸丑"、"廿年四月丙戌朔"的历日，这几年都必须置闰，而历日证明，也不闰前十二月。

可见，《再论》以为秦统一以前置闰于十二月，没有可靠的根据。

《大明历》中“冬至日在斗十一度”考证

王德昌

一九六〇年，钱宝琮先生在《历史研究》第二期发表的“从春秋到明末的历法沿革”一文中说：“祖冲之实测得冬至日在斗十五度”。并在脚注中还特别释明，“传刻本《宋书·历志》‘十五度’误作‘十一度’”。一九七五年十一月，祖国天文学整理研究小组编著的《中国天文学简编》（初稿）第五章第二部分“从秦到明末的历法沿革概述”的“魏晋南北朝历法”以及第三部分“对太阳运动的研究”的“冬至点和岁差的测定”这两节，都认为当时祖冲之实测冬至日在斗十五度，其原文分别为“他测定冬至日在斗十五度”和“他实测得冬至点在斗十五度”。

祖冲之上《大明历》表：“改易者，……其二，……汉代之初，即用秦历，冬至日在牵牛六度。汉武改立《太初历》，冬至日在牛初。后汉《四分法》，冬至日在斗二十一。晋时姜岌以月食检日，知冬至在斗十七。今参以中星，课以食望，冬至之日，在斗十一。通而计之，未盈百载，所差二度”。

祖冲之所测冬至日在斗十一还是十五度？这是本文所要讨论的。

祖冲之编算《大明历》，“考往验来，准以实见”，他“目尽毫厘，心穷筹策”地注目观测，利用月食测定冬至日所在度。无疑，祖冲之的测定结果是符合当时天象实际的，如无足够根据，是没有理由怀疑其正确性的。

钱宝琮并未进行实际计算，是否以姜岌的“冬至日在十七度”为准，通过祖冲之所说“未盈百载，所差二度”误认祖冲之实测应得“冬至日在斗十五度”呢？这是值得探讨的。

从《大明历》“推日所在度术”可以确凿证明祖冲之所测“冬至日在斗十一度”是完全正确的。

具体术文如下：“以纪法乘朔积日为度实，周天去之，馀满纪法为积度，不尽为度馀，命以虚一，次宿除之，算外，天正十一月朔夜半日所在度也”。

此术文可化成如下公式：

纪法×朔积日⇒度实／周天去之⇒馀／纪法⇒积度＋度馀（天正十一月朔夜半日所在度）

《大明历》有关法数为：

纪法　39491；　章月　4836；章岁　391；

月法　116321；日法　3939；周天　14424664。

例如：求大明七年（公元463年）天正朔日夜半日所在度。

大明七年天正朔日夜半至上元积年为51939年，朔积日可据《大明历》“推朔术”而求得18970333，这样依公式得

$$316\text{（积度）}+\frac{16507}{39491}\text{（度馀）}.$$

自虚一度开始，根据太初星距，各减次宿而到不满宿为止。

$316\frac{16507}{39491}$—（虚）$9\frac{10449}{39491}$⇒$307\frac{6058}{39491}$—（危17＋室16＋壁9度）⇒$265\frac{6058}{39491}$—（西方七宿80＋南方七宿112度）⇒$73\frac{6058}{39491}$—（角12＋亢9＋氐15＋房5＋心5＋尾18）⇒$9\frac{6058}{39491}$度（入箕宿）。

故得大明七年天正十一月朔夜半日入箕宿9度又$\frac{6058}{39491}$度馀处。

为了最后求得大明七年天正冬至日所在度，须弄清三个问题。

北齐张子信避葛荣之乱，以浑仪在海岛测候日、月五星30年，发现太阳运行是不均匀的，“日行在春分后则迟，秋分后则速”，并首先得到盈缩的数值。故《大明历》中不可能有“求日所在定度”这条术文。原《宋书·律历志》所载《大明历》中“求日所在定度”乃误。因此，《大明历》中推日所在度是平度，非定度，太阳在其轨道上日行一度（即现在的0°·9856），一周天为365$^{1}/_{4}$度。

其次，由《大明历》推朔术：“置入上元年数，算外，以章月乘之，满章岁为积月，不尽为闰馀。闰馀二百四十七以上，其年有闰。以月法乘积月，满日法为积日，不尽为小馀。六旬去积日，不尽为大馀。大馀命以甲子，算外，所求年天正十一月朔也。小馀千八百四十九以上，其月大”。

换成公式：

上元积年×章月／章岁⇒积月＋闰馀

积月×月法／日法⇒积日＋小馀

（小馀大于1849者其月大）

积日／60去之⇒大馀（命起甲子日）

欲求大明七年天正十一月朔，以前面数值代入。

$51939\times4836/391\Rightarrow251177004/391\Rightarrow642396+\frac{168}{391}$（无闰）

$642396\times116321/3939\Rightarrow74724145116/3939\Rightarrow18970333+\frac{3429}{3939}$（小馀大于1849，其月大）

$18970333/60$去之$\Rightarrow 316172+\frac{13}{60}$

故得宋大明七年天正十一月朔为丁丑日（大馀13），又小馀3429。

再据推二十四气术："置入上元年数，算外，以馀数乘之，满纪法为积日，不尽为小馀。六旬去积日，不尽为大馀。大馀命以甲子，算外，天正十一月冬至日也"。其公式：

上元年数×馀数／纪法⇒积日＋小馀

积日／60去之⇒大馀（冬至的干支日）。

为算得大明七年天正冬至，以此公式

$51939\times207044/39491\Rightarrow10753658316/39491\Rightarrow272306+22070/39491$

$272306/60$去之$\Rightarrow 4538+\frac{26}{60}$

故有大明七年天正十一月冬至为庚寅日（大馀26），又小馀22070。

从大明七年天正十一月朔到冬至有26－13＝13天，太阳在轨道上运行13度。

最后可计算得到大明天正十一月冬至日所在：

$9\frac{6058}{39491}$（入箕宿度）＋13度$\Rightarrow 22\frac{6058}{39491}$（箕11度）⇒

$11\frac{6058}{39491}$（入斗宿）⇒11度又3行分907小分

这与祖冲之《大明历》"冬至之日，在斗十一"完全相符。

另外根据湘潭谭沄所著"古今冬至表"卷四页十九部分：

岁　　名	冬至日躔黄道宿度
癸卯——晋武帝太康四年（公元283）	斗十三度五十九分
甲寅——穆帝永和十年（公元354）	十二
甲子——宋文帝元嘉元年（公元424）	十一
乙亥——齐明帝建武二年（公元495）	十

这与上述计算是十分一致的。

综上所述，可知《大明历》“冬至之日，在斗十一”是也，非非也。显然，钱宝琮的“在斗十五度”之改正是需要再改正为“在斗十一度”的。

祖冲之所述“晋时姜岌以月食检日，知冬至在斗十七”由于现记载的姜岌“三纪历”的原始数据不足，无法计算证明，只能作为一个存疑有待进一步考证。

《麟德历》定朔计算法

刘金沂　赵澄秋

麟德历，唐李淳风撰，麟德二年（665）至开元十六年（728）行用。《新唐书·历志》及《旧唐书·历志》、《开元占经》皆载有术文，今以《新唐书》为主，参照其他，解释其定朔计算方法。同时对新旧唐书有关部分进行校正，对李善兰《麟德术解》进行评论。

一、定朔计算的基本公式

朔就是太阳月亮黄经相同的瞬间。相邻两次朔的时间间隔称朔望月，它是地球绕太阳公转和月亮绕地球公转的会合周期。由于地绕日和月绕地的轨道都是椭圆，它们的轨道速度时刻在变化，所以朔望月的长度也是变化的。我国古代对此是逐步认识的，东汉贾逵发现了月亮运动不均匀性，南北朝时张子信发现了太阳运动不均匀性，隋代刘焯在《皇极历》里首次提出考虑日月运动不均匀来计算定朔的方法，唐初《戊寅元历》开始行用。在这之前，安排历书朔日都是用平朔，即认为太阳月亮均以平均速度运动，取朔望月的长度为一个不变的平均值。

为了计算交食，也为了使历日安排得更科学，计算定朔是必须的。计算定朔的步骤一般是先计算平朔时刻，再加上月亮和太阳运动不均匀的改正。

设有一平太阳和平月亮均以各自的平均速度分别在黄道

和白道上运行。（见图1）当平太阳到达S，平月亮到达M时即为合朔，这就是平朔时刻。实际上，由于太阳、月亮的运动都不是均匀的，此时真太阳已到达S′，真月亮才到达M′，此时显然并不是真正合朔。要等月亮朝前赶到M″，太阳在这段时间内也从S′运行到S″时，真正的合朔才发生。因此，定朔时刻应是平朔时刻加上月亮从M′运行到M″的时间，或者加上太阳从S′运行到S″的时间。这两个时间是相等的，设为T，显然



图1

$$T=\frac{M'M''}{\text{月实行速}}=\frac{S'S''}{\text{日实行速}}$$

它称为改正值，则

定朔时刻＝平朔时刻＋T　　（1）

由图1可知：$M'M''=M'M+SS'+S'S''$

$$=M'M+SS'+\frac{M'M''\times\text{日实行速}}{\text{月实行速}}$$

$$\therefore\quad M'M''\left(1-\frac{\text{日实行速}}{\text{月实行速}}\right)=M'M+SS'$$

$$\text{改正值 }T=\frac{M'M''}{\text{月实行速}}=\frac{M'M+SS'}{\text{月实行速}-\text{日实行速}}$$

$$=\frac{M'M}{R}+\frac{SS'}{R}\qquad(2)$$

（2）式中R是平朔时刻月实行速与日实行速之差。M′M是平朔时刻月亮的迟速数，即月亮实际行度与平均行度之差，慢为迟，为正，快为速，为负；SS′就是平朔时刻太阳的先后数，即太阳实际行度与平均行度之差，慢为后，为负，快为先，为正。因此，（2）式可以变成：

$$T=\frac{SS'}{R}+\frac{M'M}{R}=\begin{pmatrix}+\text{先}\\-\text{后}\end{pmatrix}\frac{1}{R}+\begin{pmatrix}+\text{迟}\\-\text{速}\end{pmatrix}\frac{1}{R}$$

$$=\text{太阳改正}+\text{月亮改正} \qquad (3)$$

（3）式表示，定朔的计算只要先算得平朔时刻，再分别计算因太阳运动和月亮运动不均匀而产生的改正值后加到平朔时刻上即可。

公式（1）和（3）就是计算定朔的基本公式。

二、平朔计算法

据《新唐书·历志》：（以后凡无特别注明出处的引文均属新唐书历志）

“麟德历麟德元年甲子，距上元积二十六万九千八百八十算。总法千三百四十。期实四十八万九千四百二十八。常朔实三万九千五百七十一”。这是说麟德历的起算点“上元”到麟德元年（664）共有269880年，该历每天有1340分，一年有489428分，一年的长就是$\frac{489428}{1340}=365\frac{328}{1340}$天，一平均朔望月有39571分，它的长度就是$\frac{39571}{1340}=29\frac{711}{1340}$天。

“上元”是这样一个时刻，它是甲子年十一月初一日（甲子

日）夜半（0时），按麟德历数据推算，此时刻太阳月亮合朔，月亮在近地点，又在黄白交点，此时刻正逢冬至，五大行星也正好同太阳月亮同度。因而麟德历取此时刻为它的理想起算点。

现在以麟德二年为例，具体进行计算方法的解释。麟德二年的日历应从上一年冬至开始安排（即天正冬至），积算就是269881年。

“以期实乘积算，为期总。”

期总＝期实×积算＝$489428\times269881=132087318068$

此为从上元开始到所求年冬至的总分数。

“如总法得一，为日。六十去之，命甲子算外，得冬至。”

$$\frac{\text{期总}}{\text{总法}}=\frac{489428\times269881}{1340}\text{ 从上元到所求年冬至的总日数。}$$

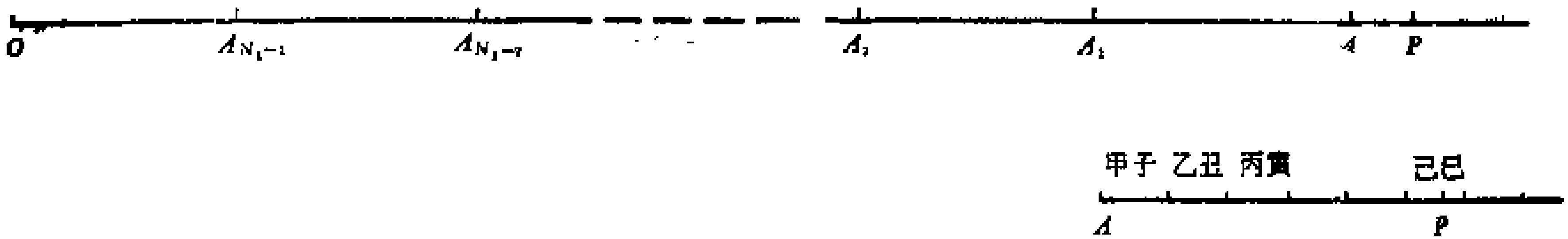
$$\text{冬至干支}=\frac{489428\times269881}{1340}-N_1\times60=5\frac{568}{1340}\text{（日）}$$

这里N_1是选择的这样一个正整数，使得余数小于60，N_1的意义表示从上元开始到所求年冬至间共有多少个干支周。余数的整数部分5称大余，分数部分的分子568称小余，大余以60干支周命名，此冬至日的干支为己巳。（见图2）

“累加日十五，小余二百九十二，小分六之五，得次气。”因为一年有489428分，一年又分24节气，故一节气有

$$\frac{489428}{24}=20392\frac{5}{6}\text{分，即}\frac{20392\frac{5}{6}}{1340}=15\frac{292\frac{5}{6}}{1340}\text{（日）}$$

所以，从冬至的大小余开始，大余累加15，小余累加$292\frac{5}{6}$，即得下一节气的日期和时刻。（大余代表干支序数，小余经换算后代表时刻），此为平气时刻。麟德二年各节气大小余如下：



O为上元，P为所求年冬至，OP为期总。从O点开始每隔60天得一分点，A_{N_1-1}，A_{N_1-2}，…，A_2，A_1，A，A_{-1}，…，各点均为甲子日夜半时刻。

图 2

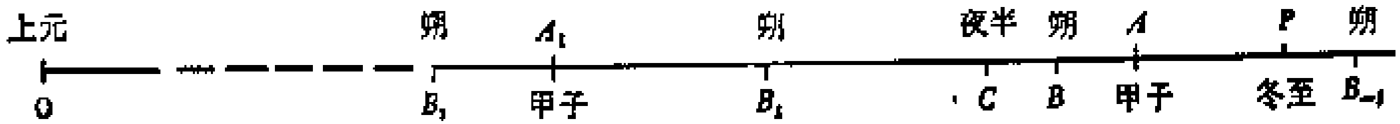


图 3

表 1

节气	大余	小余	干支	节气	大余	小余	干支	节气	大余	小余	干支
冬至	5	568	己巳	谷雨	7	$230\frac{4}{6}$	辛未	处暑	8	$1233\frac{2}{6}$	壬申
小寒	20	$860\frac{5}{6}$	甲申	立夏	22	$523\frac{3}{6}$	丙戌	白露	24	$186\frac{1}{6}$	戊子
大寒	35	$1153\frac{4}{6}$	己亥	小满	37	$816\frac{2}{6}$	辛丑	秋分	39	479	癸卯
立春	51	$106\frac{3}{6}$	乙卯	芒种	52	$1109\frac{1}{6}$	丙辰	寒露	54	$771\frac{5}{6}$	戊午
启蛰*	6	$399\frac{2}{6}$	庚午	夏至	8	62	壬申	霜降	9	$1064\frac{4}{6}$	癸酉
雨水	21	$692\frac{1}{6}$	乙酉	小暑	23	$354\frac{5}{6}$	丁亥	立冬	25	$17\frac{3}{6}$	己丑
春分	36	985	庚子	大暑	38	$647\frac{4}{6}$	壬寅	小雪	40	$310\frac{2}{6}$	甲辰
清明	51	$1277\frac{5}{6}$	乙卯	立秋	53	$940\frac{3}{6}$	丁巳	大雪	55	$603\frac{1}{6}$	己未

*当时惊(启)蛰、雨水二节气同现在颠倒。

下面求麟德二年各月平朔时刻（用大小余表示）。“以常朔实去期总，不满为闰余。”

$$闰余 = 期总 - N_2 \times 常朔实 = 132087318068 - N_2 \times 39571 = 32346$$

N_2选取这样一个正整数，使余数小于常朔实39571，N_2的意义是表示从上元开始到所求年天正冬至间共有多少整数月，见图 3。

图中O为上元，P为所求年冬至，OP为期总，A_1，A，…为甲子日夜半，从O开始以常朔实的长来分割OP线，得到B_2，B_1，B，B_{-1}，…各分点，直到BP小于常朔实，BP即为闰余。这一系列分点就是各平朔时刻，显然B点就是冬至

所在月的平朔时刻。

“以闰余减期总，如总法得一，为日。以减冬至，得天正常朔。”

这一段意为求天正常朔（即B点）的大小余，但文意迂回，中有衍文，应改为：

“闰余如总法得一，为日。以减冬至，得天正常朔。”[1] 冬至大小余为AP，闰余为BP，现在因AP<BP，故用A_1P-BP即$AP+60-BP$：

$$BP=\frac{32346}{1340}=24\frac{186}{1340},$$

$$AP+60-BP=5\frac{568}{1340}+60-24\frac{186}{1340}=41\frac{382}{1340}$$

这就是天正月常（平）朔大小余。

“又以常朔小余并闰余，以减期总，为总实”。设C点为B点前最近的一个夜半，则CB就是常朔（B）的小余，常朔小余加闰余即$CB+BP=CP$，期总OP减去CP是OC，为总实，是从上元到C点的长度（是整数天）。求出这个值在计算月亮运动和交食时要用到。

“因常朔加日二十九，小余七百一十一，得次朔。”

常朔实39571为29天又小余711，从B点向后每隔$29\frac{711}{1340}$日又得下一次朔，B_{-1}，B_{-2}…皆是。麟德二年各月平朔大小余见表2。这里要加入一段求闰月的计算方法。按麟德历术文：“无中气者为闰月。”但如何判断该年是否有闰，闰在几月？应事先有一个判据。现据麟德历数据设计如下。

因麟德历年长489428，与十二个平朔望月（39571×12

1）此处《旧唐书》写得简明，可依。

表 2

月份	十一月	十二月	一月	二月	三月	四月	闰四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月
大余	41	10	40	9	39	8	38	7	37	7	36	6	35
小余	382	1093	464	1175	546	1257	628	1339	710	81	792	163	874
干支	乙巳	甲戌	甲辰	癸酉	癸卯	壬申	壬寅	辛未	辛丑	辛未	庚子	庚午	己亥

$=474852$）的差为14576，即$10\frac{1176}{1340}$天，故闰余 BP（冬至到天正常朔的距离）每年将增加14576，如果 $BP>39571-14576=24995$，该年必定有闰月。又因$14576\div12=1214\frac{2}{3}$，故每过一月闰余将增加此数，这样根据该年闰余BP的大小即可判断是否有闰和闰在几月，具体判据是：

（1）闰余大于24995者该年有闰月，小于此数无闰月。

（2）$\dfrac{39571-\text{闰余}}{1214\frac{2}{3}}=n+\text{余数}$，则第n＋1月以后为闰月。或查下表视闰余在何区间定闰几月：

24995～$26209\frac{2}{3}$	$26209\frac{2}{3}$～$27424\frac{1}{3}$	$27424\frac{1}{3}$～28639	28639～$29853\frac{2}{3}$
闰十月	闰九月	闰八月	闰七月
$29853\frac{2}{3}$～$31068\frac{1}{3}$	$31068\frac{1}{3}$～32283	32283～$33497\frac{2}{3}$	$33497\frac{2}{3}$～$34712\frac{1}{3}$
闰六月	闰五月	闰四月	闰三月
$34712\frac{1}{3}$～35927	35927～$37141\frac{2}{3}$	$37141\frac{2}{3}$～$38356\frac{1}{3}$	$38356\frac{1}{3}$～39571
闰二月	闰一月	闰十二月	闰十一月

麟德二年闰余为32346，大于24995，该年有闰，查上表可知为闰四月[1]。

1）当闰余正好在分界数值附近时视定朔时刻决定闰几月。

“因朔加日七、小余五百一十二太，得上弦。又加，得望及下弦。”

将一常朔实四等分，$\frac{39571 \div 4}{1340} = 7\frac{512\frac{3}{4}}{1340}$，于是在朔上累加大余7，小余$512\frac{3}{4}$（太$=\frac{3}{4}$）即得上弦、望和下弦。

例如麟德二年天正十一月常朔$41\frac{382}{1340}$乙巳，上弦$48\frac{894\frac{3}{4}}{1340}$壬子，望$56\frac{67\frac{2}{4}}{1340}$庚申，下弦$3\frac{580\frac{1}{4}}{1340}$丁卯。

三、求太阳视运动不均匀改正

根据第一节导出的基本公式，太阳视运动不均匀的改正值（太阳改正）为：

$$\text{太阳改正} = \pm\frac{\text{先后数}}{R} = \frac{\text{日实行度} - \text{日平行度}}{\text{月实行速} - \text{日实行速}}(+\text{先} - \text{后})$$

麟德历认为太阳视运动快慢在一年中的变化情况如下：冬至太阳视运动最快，以后渐渐减慢，减到立春时又开始加快，到春分仍达到最快。这一段时间内均比平均速度快些。春分后太阳视运动最慢，以后渐渐加快，加快至立夏时又开始减慢，到夏至又达最慢。这一段均比平均速度慢些。夏至后重复冬至后的情况。

这种看法是隋刘焯《皇极历》的观点，麟德历因之不改。这是不符合天文实际的，因此是错误的。太阳周年视运动是地球公转的反应，当地球位于远日点（夏至附近）时运动速度最慢，太阳视运动也最慢；位于近日点（冬至附近）

时运动速度最快，反映于太阳视运动上也最快。在远点到近点之间是逐渐加快，在近点到远点之间是逐渐减慢的，不会在某一天前后出现快慢两极间的跳跃式变化。唐一行在《大衍历议》的日躔盈缩略例中已正确评论了此点。

麟德历根据它的认识按24节气编出了日躔表[1]。图4是躔差率（即日实行度－日平行度）图。横坐标是时间，纵坐标是日行速。横轴上方日行速大于平均速度，下方小于平均速度。各节气间所围面积表示在各气时间间隔内太阳实际行度比平均行度多行或少行的度数，如冬至到小寒多行722分，

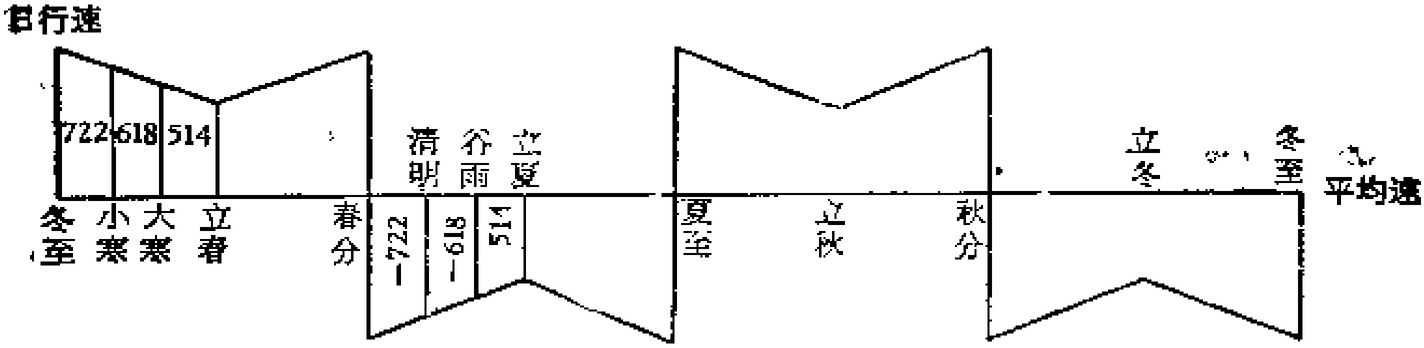


图4　躔差率图

小寒到大寒多行618分，……等等。图5是消息总（从冬至开始太阳实行度与平行度之差的积累数）图。

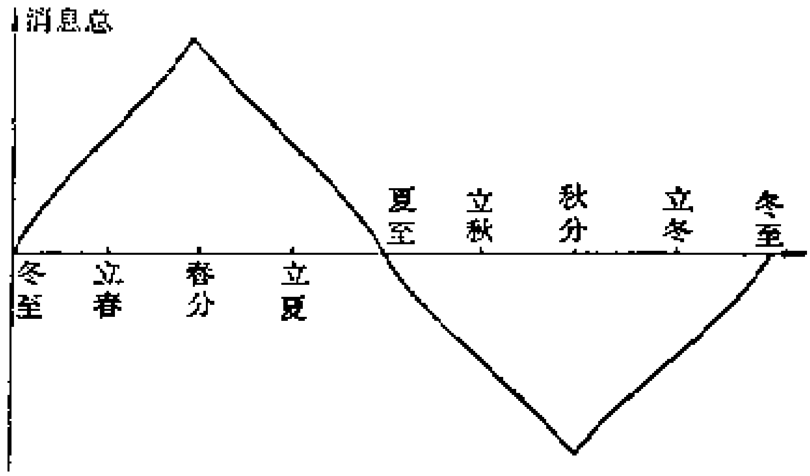


图5

1）见《历代天文律历等志汇编》，2142页。

日躔表中第四栏是先后率，它是第二栏躔差率除以月平行速的商，麟德历以此作为太阳改正，这也是错误的。因为太阳改正的分母是所求平朔时刻的月实行速减去日实行速，若用月平行速减去日平行速代替是可以的，误差不大，而单用月平行速来代替就是错误的了[1]。

麟德历取月平行速度为$\frac{895}{67}=13.3582$，从冬至到小寒的躔差率是722，先后率$=722\div\frac{895}{67}\approx54$。所以小寒时的太阳改正就是$\frac{54}{1340}$，余类推。

日躔表最后一栏是盈朒积，是从冬至时起到各节气时的先后率累积数，也就是各节气时的太阳改正。先后率和盈朒积的图同图4，图5一致。

由于日躔表给出的只是二十四节气时的数据，而平朔时刻往往是处在两个节气之间的某一时刻，怎么求此时的太阳改正，麟德历给出了一种方法，据李俨先生研究，这是等间距二次差内插法[2]。现以几何图形说明之。

"进纲十六秋分后，退纪十七春分后"。

据《旧唐书·历志》，还应有"泛差十一，总辰十二"。

因为从秋分到次年春分这半年中，太阳实行速度大于平均速度，一节气间的天数较少，设为a；而春分到秋分的半年中，太阳实行速度小于平均速度，故一节气之间的天数较多，设为b。麟德历取a和b为16与17之比，故$17a=16b$，

因　$12(a+b)\approx365.25$天（约数）

1）月实行速－日实行速≈月平行速－日平行速$=13.3-1=12.3$。

若以月平行速为分母，则相对误差为$\left|\frac{1}{13.3}-\frac{1}{12.3}\right|\Big/\frac{1}{12.3}=\frac{1}{13.3}\approx$ 8%。

2）李俨，《中算家的内插法研究》，科学出版社，1957。

$$\therefore \quad a+b=\frac{365.25}{12}$$

进而可求得 $a=\frac{365.25}{12}\times\frac{16}{33}\approx\frac{11\times16}{12}$， $b\approx\frac{11\times17}{12}$ （取 $\frac{365.25}{33}\approx11$）故秋分后的半年中每一节气间有 $14\frac{2}{3}$ 天，春分后的半年中每节气间有 $15\frac{7}{12}$ 天。

现在来求各节气间每日的先后率。以冬至到小寒间为例说明。因为在秋分后，节气间有a天，见图6。已知冬至到小寒间先后率为54，梯形OPGH的面积为54，小寒到大寒

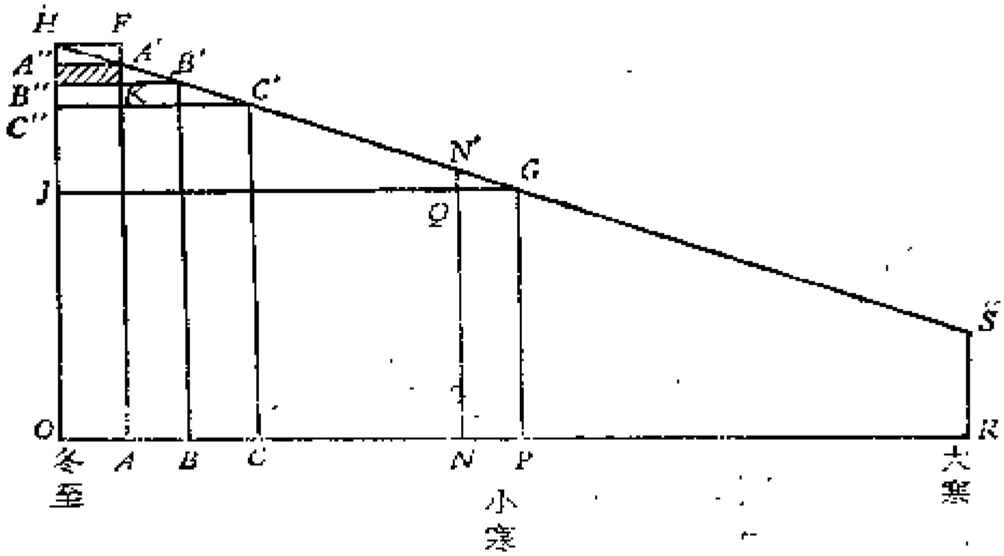


图6

间先后率PRSG的面积为46，OP＝PR＝a天，A、B、C,……为OP间每日之分点，则OA＝AB＝BC＝……＝1（天），冬至后一日的先后率即OAA′H的面积，第二日的先后率为ABB′A′的面积，余类推。由图可见，相邻两日之间的差都是相等的，此差为A′A″B″K的面积（即图中划线的小方块），该面积为

$$A''B\times''B''K=\frac{JH}{a}\times OA=\frac{JH}{a}\times1=JH\times(\frac{12}{16\times11})$$

$$=d \quad （用d代表）$$

求出了d值，再知道第一日或最后一日的先后率，依次相减或相加d即可得每日的值。

已知OPGH＝54，PRSG＝46，两个梯形相加的一半正是长方形OPGJ的面积，$\therefore PG\times OP=\frac{\text{本气率}+\text{后气率}}{2}=\frac{54+46}{2}=50$，因OP＝a，故$PG=\frac{50}{a}$。而两个梯形相减的一半是三角形JGH的面积，$\therefore \frac{1}{2}JH\times OP=\frac{\text{本气率}-\text{后气率}}{2}=\frac{54-46}{2}=4$，故$JH=\frac{8}{a}$。第一日先后率$=OAFH-\frac{1}{2}d=(OJ+JH)\times OA-\frac{1}{2}d=\left(\frac{50}{a}+\frac{8}{a}\right)-\frac{1}{2}\cdot\frac{8}{a^2}=\frac{58}{a}-\frac{4}{a^2}$。以第一日先后率逐日减去d即得每日的先后率。

新旧唐书历志里所记术文就是上述方法，现逐句说明。

“各以其气率并后气率而半之，十二乘之，纲纪除之，为末率。”据旧唐书，此处遗漏“各以泛差（11）通其纲纪，以同差辰也”一句。	$\text{末率}=\frac{\text{本气率}+\text{后气率}}{2}\times\frac{12}{16\times11}$，这就是上面求得的PG，因$a=\frac{16\times11}{12}$。
“二率相减，余以十二乘之，纲纪除之，为总差。”	$\text{总差}=\frac{(\text{本气率}-\text{后气率})\times12}{16\times11}$。这就是上面求得的JH。
“又以十二乘总差，纲纪除之，为别差。”“前少以总差减末率，前多加末率，为初率。”[1]	$\text{别差}=\text{总差}\times\frac{12}{16\times11}$，这就是上面求得的d。本气率大于后气率属于前多，相反为前少。
“累以别差，前少以加初率，前多以减初率，为每日躔差及先后率。”	前多时，初率＝末率＋总差，即OH＝PG＋JH；

1) 新唐书原文为“以总差前少以减末率，前多以加末率，为初率。”文意含糊不清，旧唐书此处较好。

前少时，初率＝末率－总差．
前多时，以初率逐日减去一个别差 d，得次日的值；
前少时，以初率逐日加上一个别差 d，得次日的值．

从图6可以看出，初率OH乘OA并不是其气后第一日的朓朒差率，末率PG乘PN也不是其气最后一日的值。

前多时：$\begin{cases} 第一日的值 = 初率 - \dfrac{1}{2}别差 \\ 最末一日的值 = 末率 + \dfrac{1}{2}别差 \end{cases}$

前少时：$\begin{cases} 第一日的值 = 初率 + \dfrac{1}{2}别差 \\ 最末一日的值 = 末率 - \dfrac{1}{2}别差 \end{cases}$

新旧唐书皆以气初率作为第一日的值，依次加减别差得次日的值，这是有问题的。照这样计算，前多时每日都多半个别差，前少时每日都少半个别差，气内各日的值积累起来必不等于其气率。唐一行在大衍历里已注意到这个错误并作了改正，李善兰在《麟德术解》中也注意到这一点，但他将前多与前少的两种情况正好弄颠倒了。

根据日躔表可以算得各节气的初率、末率、总差、别差，兹列于表3中。表中 $a = \dfrac{16 \times 11}{12}$，为进纲；$b = \dfrac{17 \times 11}{12}$，为退纪；通称纲纪。先率为正值，后率为负值。节气后的数值为本气朓朒差率。

以上是求各气间每一日的太阳改正。事实上，平朔时刻并不正好在某气后的整数日，因此，在具体计算中最通用的是求任何时刻太阳改正的方法。

表 3

	节气 先率		节气 后率		初率	末率	总差	别差
前	冬至	54	秋分	54	58/a	50/a	8/a	8/a²
	小寒	46	寒露	46	50/a	42/a		
多	大寒	38	霜降	38	42/a	34/a		
前	立春	38	立冬	38	34/a	42/a		
	启蛰	46	小雪	46	42/a	50/a		
少	雨水	54	大雪	54	50/a	58/a		
前	夏至	54	春分	54	58/b	50/b	8/b	8/b²
	小暑	46	清明	46	50/b	42/b		
多	大暑	38	谷雨	38	42/b	34/b		
前	立秋	38	立夏	38	34/b	42/b		
	处暑	46	小满	46	42/b	50/b		
少	白露	54	芒种	54	50/b	58/b		

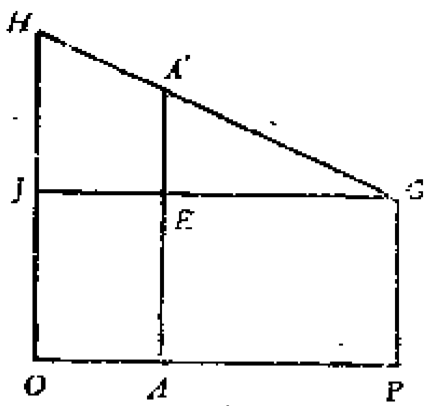


图 7

图 7 是前多的情况。设O为某节气，A为平朔时刻，OA就是气朔距，A时的太阳改正就是某节气的盈朒积（查日躔表可得）加上OAA′H的面积。设该面积为“气内改正”。

$$OAA'H = OAEJ + EA'HJ = OJ \times OA + \frac{1}{2}(JH + EA') \times OA$$ 其中 $OJ = PG = \frac{本气率 + 后气率}{2 \times OP} = 末率$，

$$JH = \frac{本气率 - 后气率}{OP} = 总差，$$

OP为a或b，即纲纪，视所求平朔在春分后还是秋分后而定。在相似三角形△JHG和△EA′G中，有

$$\frac{JH}{EA'} = \frac{JG}{EG} = \frac{OP}{OP - OA}$$

$$\therefore \quad EA' = \frac{JH}{OP} \times (OP - OA) = \frac{总差}{纲纪} \times (纲纪 - 气朔距)$$

$$气内改正OAA'H = 末率 \times 气朔距 + \frac{1}{2}\left[总差 + \frac{总差}{纲纪} \times (纲纪 - 气朔距)\right] \times 气朔距 \qquad (4)$$

图8为前少的情况。OH为初率，JG为总差，气内改正$OAA'H = OH \times OA + \frac{1}{2}EA' \times OA$。

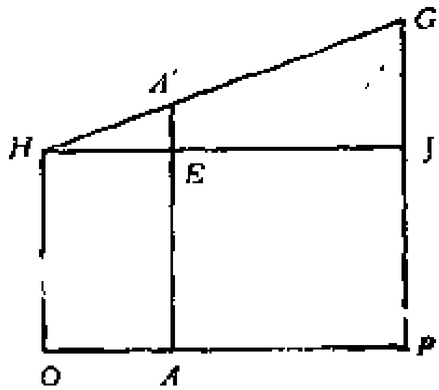


图 8

因$\frac{JG}{EA'} = \frac{HJ}{OA}$

$$\therefore \quad EA' = \frac{JG}{HJ} \times OA$$

$= \frac{总差}{纲纪} \times 气朔距$　代入得

$$气内改正OAA'H = 初率 \times 气朔距 + \frac{1}{2} \times \frac{总差}{纲纪} \times 气朔距^2 \qquad (5)$$

（4）和（5）两式是求某节气内任何时刻气内改正的公式。式中气朔距的单位是天。《新唐书·历志》术文中将以天为单位的气朔距化为以“辰”为单位的“辰总”（1天＝

12辰），原文如下：

"各以定气大小余减所近朔望大小余，十二通其日，三其小余，以辰率（335）约之，相从为辰总"，[1] "其气前多以乘末率，前少以乘初率，十二而一，为总率，前多者，以辰总十二而一[2]，以减纲纪，余乘总差[3]，纲纪而一，以加总差[4]，辰总乘之，二十四除之；前少者，辰总自乘[5]，再乘别差，二百八十八除之；皆加总率"。

气朔距＝平朔大小余－某定气大小余＝大余＋$\frac{小余}{1340}$，

辰总＝12×大余＋$\frac{3\times小余}{335}$＝12×大余＋$\frac{12\times小余}{1340}$＝12×气朔距

∴　气朔距＝$\frac{辰总}{12}$

将上式代入（4）式得

$$OAA'H=\frac{末率\times辰总}{12}+\frac{1}{2}\left[总差+\frac{总差}{纲纪}\times\left(纲纪-\frac{辰总}{12}\right)\right]\times\frac{辰总}{12}$$

$$=总率+\left[总差+\frac{总差}{纲纪}\times\left(纲纪-\frac{辰总}{12}\right)\right]\times\frac{辰总}{24} \qquad (6)$$

（6）式即术文中前多情况下的计算公式.

代入（5）式得

$$OAA'H=\frac{初率\times辰总}{12}+\frac{1}{2}\times\frac{总差}{纲纪}\times\left(\frac{辰总}{12}\right)^2=总率+\frac{1}{288}\times辰总^2\times别差 \qquad (7)$$

（7）式即术文中前少情况下的计算公式.

1）原文有错漏，今按钱宝琮先生校勘.
2）原文"十二而一"遗漏，钱校亦未指出，今据术补正。
3）原文"总差"误为"十二"。
4）原文"总差"误为"总率"。
5）原文"自乘"二字遗漏，今据严敦杰先生校勘。

（4）式可以化简：

$$OAA'H = 末率\times气朔距+\frac{1}{2}\left[总差+\frac{总差}{纲纪}\times（纲纪-气朔距）\right]\times气朔距$$

$$=末率\times气朔距+总差\times气朔距-\frac{1}{2}\times\frac{总差}{纲纪}\times气朔距^2$$

$$=（末率+总差）\times气朔距-\frac{1}{2}\times\frac{总差}{纲纪}\times气朔距^2$$

$$=初率\times气朔距-\frac{1}{2}\times\frac{总差}{纲纪}\times气朔距^2$$

（因前多时末率＋总差＝初率）

此式同（5）式可以合并，写成：

$$气内改正=初率\times气朔距\pm\frac{1}{2}\times别差\times气朔距^2 \qquad (8)$$

（8）式中的符号前多时用“－”号，前少时用“＋”号。用（8）式求得气内改正后再从日躔表最后一栏查得某节气的盈朒积，“乃以（气内改正）先加后减其气盈朒积为定（积），定积盈加朒减常朔弦望大小余，得盈朒大小余。”这就是作过太阳改正后的平朔时刻。

等间距二次差内插法的公式是[1)]

$$f(nl+s)=f(nl)+\frac{s}{l}\ \frac{\Delta_1+\Delta_2}{2}+\frac{s}{l}(\Delta_1-\Delta_2)-\frac{1}{2}\ \frac{s^2}{l^2}(\Delta_1-\Delta_2)$$

其中　$\Delta_1=f(nl+l)-f(nl)$为本率，$\Delta_2=f(nl+2l)-f(nl+l)$为后率，s为气朔距，l为间距（一节气的天数，即为

1）　见钱宝琮主编的《中国数学史》，p.103。

纲纪）。所以$\frac{\Delta_1+\Delta_2}{2l}$为末率，$\frac{\Delta_1-\Delta_2}{l}$为总差，$\frac{\Delta_1-\Delta_2}{l^2}$为别差。

前多时$\Delta_1>\Delta_2$，前少时$\Delta_1<\Delta_2$

$$\therefore\ 初率=末率+总差=\frac{\Delta_1+\Delta_2}{2l}+\frac{\Delta_1-\Delta_2}{l}$$

故（8）式即为

$$气内改正=\frac{s}{l}\cdot\frac{\Delta_1+\Delta_2}{2}+\frac{s}{l}(\Delta_1-\Delta_2)-\frac{1}{2}\frac{s^2}{l^2}(\Delta_1-\Delta_2)$$

这就与等间距二次差内插法的公式一致。刘焯在《皇极历》（公元600年）里就创立了这一公式，麟德历沿用。

例：试求麟德二年天正十二月常朔和四月常朔的太阳改正。

已知冬至干支为$5\frac{568}{1340}$，十二月常朔干支为$10\frac{1093}{1340}$，气朔距为

$$10\frac{1093}{1340}-5\frac{568}{1340}=5\frac{525}{1340}=5.34\text{（冬至定气即为常气）}$$

查表3，知为前多，先率，公式（8）中取"－"号。

冬至气初率为$\frac{58}{a}=\frac{58}{14.67}=3.95$，别差为$\frac{8}{a^2}=0.04$，气内改正为

$3.95\times5.34-\frac{1}{2}\times0.04\times5.34^2=20.56$（先）查日躔表，冬至时先后数积为0，故十二月常朔的太阳改正为$+\frac{20.56}{1340}$（盈）。

已知四月常朔干支为$8\frac{1257}{1340}$，最近的节气为谷雨$\left(7\frac{230\frac{4}{6}}{1340}\right)$，"各以气下消息积，息减消加常气，得定气。"日

朓表中谷雨消息总为息2368，故谷雨定气为 $7\dfrac{230\frac{4}{6}}{1340}-\dfrac{2368}{1340}$

$=5\dfrac{542\frac{4}{6}}{1340}$，气朔距为

$$8\frac{1257}{1340}-5\frac{542\frac{4}{6}}{1340}=3\frac{714\frac{2}{6}}{1340}=3.53$$查表 3，知为前多、后率，公式（8）中取“－”号。

谷雨气初率[1)]为$\dfrac{42}{b}=\dfrac{42}{15.58}=2.70$。别差为 $\dfrac{g}{b^2}=0.03$，气内改正为

$$2.70\times3.53-\frac{1}{2}\times0.03\times3.53^2=9.32\ （后）$$

查日躔表，谷雨气的盈朒积为盈176，故

四月常朔的太阳改正为 $+\dfrac{176-9.32}{1340}=+\dfrac{166.68}{1340}$（盈）。

四、求月亮视运动不均匀改正

根据第一节推导出的基本公式，月亮视运动不均匀的改正（月亮改正）为

$$月亮改正=\pm\frac{迟速数}{R}=\frac{月实行度-月平行度}{月实行速-日实行速}$$

麟德历认识的在一个近点月内月亮视运动不均匀同天文

1) 在求谷雨气初率时发现，谷雨气的先后率为后38，下一个节气立夏的先后率也是后38，虽然两率有相同的数，但谷雨属于前多，立夏属于前少（见图4）。此时谷雨气的初末率应用另法求，即《旧唐书·历志》所说的：“其后气无同率，及有数同者，皆以前末率为初率，前少者加总差为末率……前多者，总差减初率为末率……。”此处新旧唐书均有脱文，今按术校补（见本文第六节）。表3中大寒、雨水、谷雨、芒种、大暑、白露、霜降、大雪等节气的末率或初率均用此法求得。

实际大体一致：近点时最快，过近点后逐渐减慢，十三天多以后到达远点，运动最慢，以后又逐渐加快直至近点。按照这样的认识麟德历以离近点的天数编出月离表[1]。表中第二栏是离程，即月亮离开近点后每日的行度，分母为67（月程法）。表中第三栏是增减率，按给出的数据可知：

$$增减率=\frac{月实行度-月平行度}{月平行速}$$

这里又用月平行速代替日月实行速之差，前节已指出，这是错误的。图9和图10为月亮每日行度（离程）和增减率图。

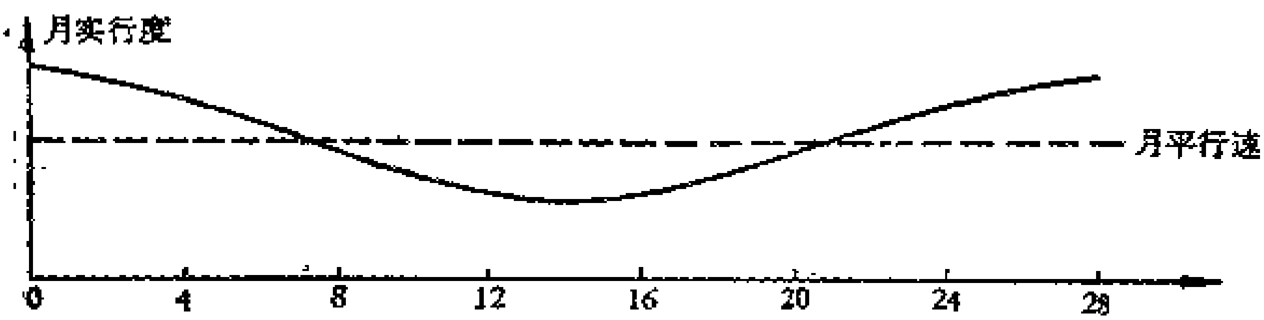


图9　月亮每日行度（离程）

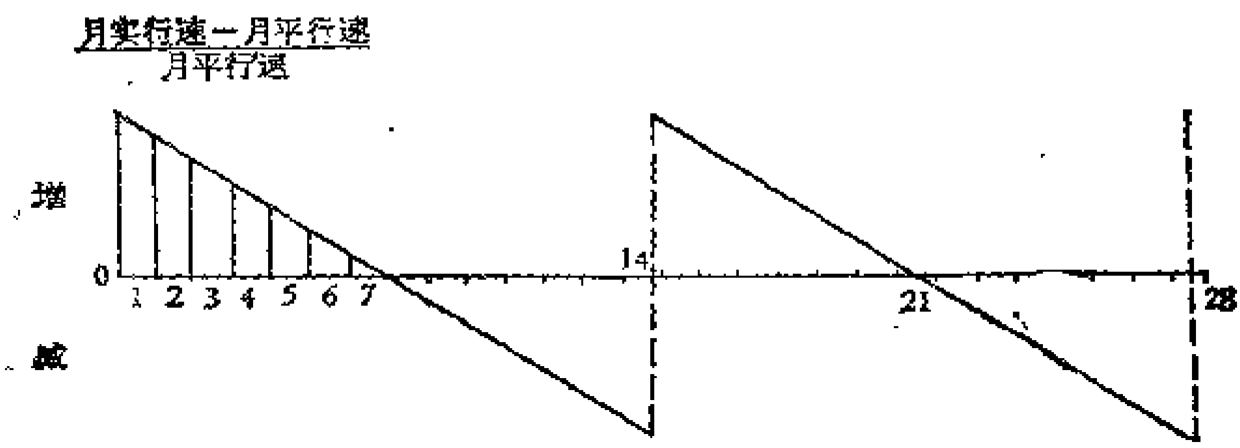


图10　增减率（$\frac{月实行度-月平行度}{月平行速}$）图

1）见《历代天文律历等志汇编》，2146页。

需要说明的是图10，横坐标是离开近点的天数，纵坐标是$\frac{\text{月实行速}-\text{月平行速}}{\text{月平行速}}$，每天所围的面积为该天的增减率。第一天增134，第二天增117，第三天增99，……。逐日增减率之差不相等，这说明该图形不是直线形，每日增减率不是一个直线梯形的面积，其原因为月亮运动速度的变化率不是常数，至少是一个二阶变量。为了使计算能逐步接近真值，先以直线梯形来代替曲线形作为一级近似。所以后面的公式推求均已直线图形为基础，图10也画成直线形。图中横轴上方为增率，下方为减率。七日的前部为增，后部转为减，月离表中为"初增九，末减隐."后载有初末数："七日，初，千一百九十一；末，百四十九."意即前部为$\frac{1191}{1340}$天，增9；后部$\frac{148}{1340}$天，约减0。十四，二十一，二十八 三日的情况同此类似。

月离表中最末一栏为迟速积，是从近点到本日初时各日增减率的累积值。从表中可见，十四日初数之前该累积值为速，十四日初数时为0，以后为迟。应该注意的是十四日后部（末数）至二十一日前部（初数）的增减率，此段时间内月亮实行速低于平行速，实为减率，二十一日后部至二十八日前部相反，实为增率。但是月离表中正好颠倒过来。这是因为十四日后部开始迟速积转为迟，此时增减率的"增"字表示在迟的数量上增加，"减"字表示在迟的数量上减少，并不表示月亮的运动是增率还是减率。从数学概念上可以明白，迟的数量上增加表示迟得更多，实为减率，迟的数量上减少表示迟得少些，实为增率。

从月离表中查得的只能是离近点整数天的增减率和迟速积，但要求的平朔时刻到近点的距离往往不是整数天，因此

麟德历还给出了求一天内任意时刻增减率的方法。从图10可见，增减率为增时在横轴上方，是前多的情况，为减时在横轴下方，是前少的情况。这就是李善兰《麟德术解》卷二中所说的“增者必前多”，“减者必前少”的道理。

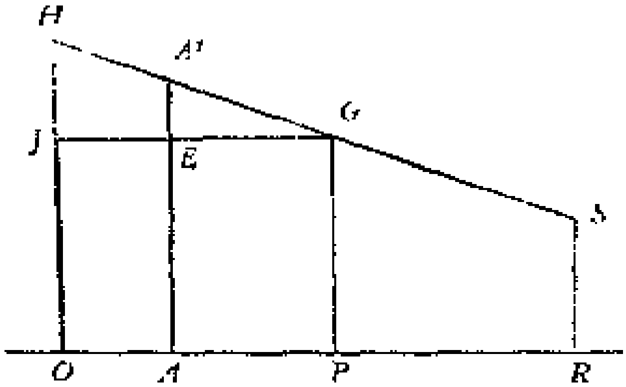


图11

图11属于前多的情况，OP = PR = 1（天）= 总法（1340分），OPGH是本日增减率（简称本率），PRSG为次日增减率（简称后率），A点为任意时刻，OA称入余，OAA′H即是要求时刻的增减率，《新唐书·历志》称它为“经辰变率”。

由图可见，

$$PG=\frac{\text{本率}+\text{后率}}{2\cdot OP}=\frac{\text{通率}}{\text{总法}},\quad JH=\frac{\text{本率}-\text{后率}}{OP}=\frac{\text{率差}}{\text{总法}}$$

经辰变率

$$OAA'H=OJ\times OA+\frac{1}{2}(JH+EA')\times OA=[OJ+\frac{1}{2}(JH+EA')]\times OA$$

用相似三角形的比例关系可求得

$$EA'=\frac{JH}{JG}\times EG=\frac{JH}{OP}\times(OP-OA)$$

代入上式得

$$OAA'H=\left\{OJ+\frac{1}{2}[JH+\frac{JH}{OP}\times(OP-OA)]\right\}\times OA$$

$$=\left\{\frac{\text{通率}}{\text{总法}}+\frac{1}{2}[\frac{\text{率差}}{\text{总法}}+\frac{\text{率差}}{\text{总法}^2}\times(\text{总法}-\text{入余})]\right\}\times\text{入余}$$

$$=\left\{通率+\frac{1}{2}\left[率差+\frac{率差}{总法}\times(总法-入余)\right]\right\}\times\frac{入余}{总法} \quad (9)$$

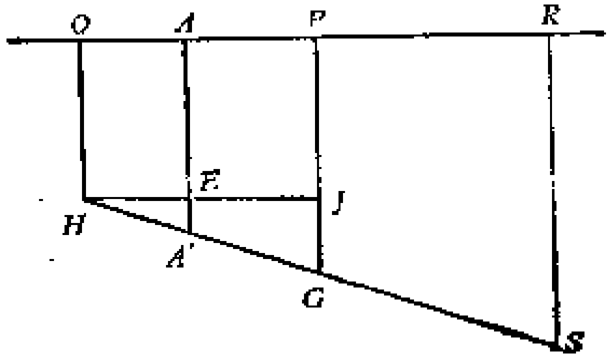


图12

公式（9）即为前多情况下求经辰变率的方法。

图12是前少的情况，

$$PG=\frac{本率+后率}{2\times OP}=\frac{通率}{总法},\quad JG=\frac{率差}{总法},$$

$$OH=\frac{通率-率差}{总法}$$

经辰变率

$$OAA'H=OH\times OA+\frac{1}{2}EA'\times OA=(OH+\frac{1}{2}EA')\times OA$$

用相似三角形的关系

$$EA'=\frac{JG}{JH}\times EH=\frac{率差}{总法^2}\times入余$$

$$\therefore\ OAA'H=(通率-率差+\frac{1}{2}\frac{率差}{总法}\times入余)\times\frac{入余}{总法} \quad (10)$$

公式（10）即为前少情况下求经辰变率的方法。《新唐书·历志》中求经辰变率的原文如下：

“各列朔弦望盈朒经辰所入日增减率，并后率而半之，为通率。又二率相减，为率差。增者以入变历日馀[1]减总法，余乘率差，总法而一，并率差而半之；减者半入余乘率差，亦总法而一，率差减之[2]；皆加通率。以乘入余，总法除，为经

1） 入变历日馀即为入余。

2） 《新唐书·历志》和《旧唐书·历志》均漏此四字，《隋书·律历志》已校补。

辰变率[1]。” 这就是前面的公式（9）和（10）。

（9）式可以进一步简化，将方括号内展开，得

$$OAA'H=（通率+率差-\frac{1}{2}\frac{率差}{总法}\times 人余）\times\frac{人余}{总法}$$

同（10）式比较，发现仅差一个符号，遂可将（9）（10）合并，经辰变率为

$$OAA'H=〔通率\pm（率差-\frac{1}{2}\frac{率差}{总法}\times 人余）〕\times\frac{人余}{总法}\quad(11)$$

式中前多时取“+”号，前少时取“-”号。

各日的通率和率差是计算中经常用到的，现依月离表分别算出各日的值列于表4中，当使用公式（11）时查表4即

表4　各变日通率、率差、初时迟速积表

	增率（前多）						减率（前少）					
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13
通率	125.5	103	88.5	67	44.5	21	26	50	73.5	94.5	112.5	129.5
率差	17	18	21	22	23	24	24	26	21	19	17	17
初时迟速积	速 0	134	251	350	428	484	526	512	474	412	327	223
	增率（前多）						减率（前少）					
	15	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27
通率	121.5	105	84.5	63	40	16	32	56	78.5	98.5	116.5	134.5
率差	13	20	21	22	24	24	24	24	21	19	17	17
初时迟速积	迟 29	157	272	367	441	493	525	505	461	393	304	196

1）《旧唐书·历志》误为“经展变转”。

可得各基本数据。

表 4 中缺七、十四、二十一、二十八日四天的值，这四天情况比较特殊，一天中前后的增减情况相反，需要分别计算。

先看各日初末数，“七日：初，千一百九十一；末，百四十九。十四日：初，千四十二，末，二百九十八。二十一日：初，八百九十二；末，四百四十八。二十八日：初，七百四十三；末，五百九十七。”这些数的来历源于刘焯《皇极历》[1]。后代各历都采用此法。《皇极历》取近点月约数为$27\frac{5}{9}$天，四分之一为$6\frac{8}{9}$天，因而四个分点的位置是$6\frac{8}{9}$，$13\frac{7}{9}$，$20\frac{6}{9}$，$27\frac{5}{9}$，故七日初数为$\frac{8}{9}\times1340=1191$，末数为$1340-1191=149$；十四日的初数为$\frac{7}{9}\times1340=1042$，末数298；二十一日初数为$\frac{6}{9}\times1340=893$，末数447；二十八日初数为$\frac{5}{9}\times1340=744$，末数596。其中 21、28 两日的初末数有一分之差，应改。

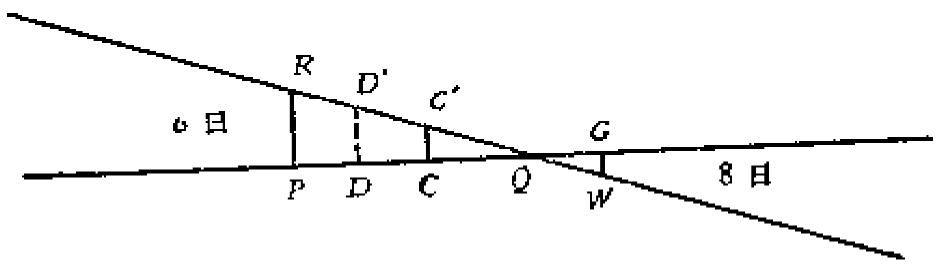


图13

图13是七日的情况，前部是增率，后部是减率。“初增九，末减隐”。PG＝1天（七日），初数$PQ=\frac{1191}{1340}$，末数$QG=\frac{149}{1340}$，$\triangle PRQ$的面积为$\frac{9}{1340}$，$\triangle QGW\approx0$。当入余＞初数时，经辰变率即为该日增率9/1340，当入余

1）见《隋书·律历志下》，载《历代天文律历等志汇编》第1947页。

<初数时，设为PC，则经辰变率为PCC′R的面积。取PC的中点D，$PCC'R=\overline{DD'}\times\overline{PC}$，而$DD'=\frac{DQ}{PQ}\times PR$

$=\frac{\text{初数}-\frac{1}{2}\text{人余}}{\text{初数}}\times PR$。PR即为6日的通率，查表4得$\frac{21}{1340}$。因此，

$$PCC'R=\frac{\text{初数}-\frac{1}{2}\text{人余}}{\text{初数}}\times\frac{21}{1340}\times\text{人余(增)};$$

二十一日的情况与此类似."初增四，末减隐"[1)]. 当人余<初数时，经辰变率$PCC'R=\frac{\text{初数}-\frac{1}{2}\text{人余}}{\text{初数}}\times\frac{16}{1340}\times\text{人余（增）}$；

当人余>初数时，情况又有不同，见图14，PG＝1天（二十

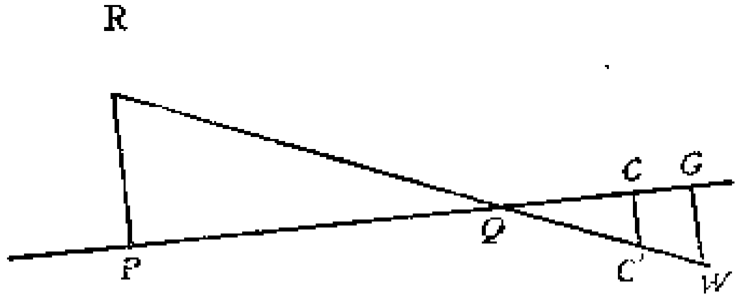


图14

一日），初数$PQ=\frac{893}{1340}$，末数$QG=\frac{447}{1340}$，△PRQ的面积$=\frac{5}{1340}$（增），△QGW的面积$=\frac{1}{1340}$（减）。设PC为人余，大于初数PQ，则经辰变率应是△PRQ减去△QCC′的面积．根据三角形面积的求法，可知$\frac{\triangle QCC'}{\triangle QGW}=\left(\frac{QC}{QG}\right)^2$，因为△QGW很小，当△QCC′还不及它一

1) 据术计算，此数有误，应为"初增五，末减一"。

半的时候可略去，即$QC<\frac{\sqrt{2}}{2}QG$时可略去。因此，当$\frac{893}{1340}<$人余$<\frac{1209}{1340}$时，经辰变率取$\frac{5}{1340}$（增），当人余$>\frac{1209}{1340}$时，经辰变率为$\frac{4}{1340}$（增）。

十四日和二十八日是另一种情况，见图15。"初减百

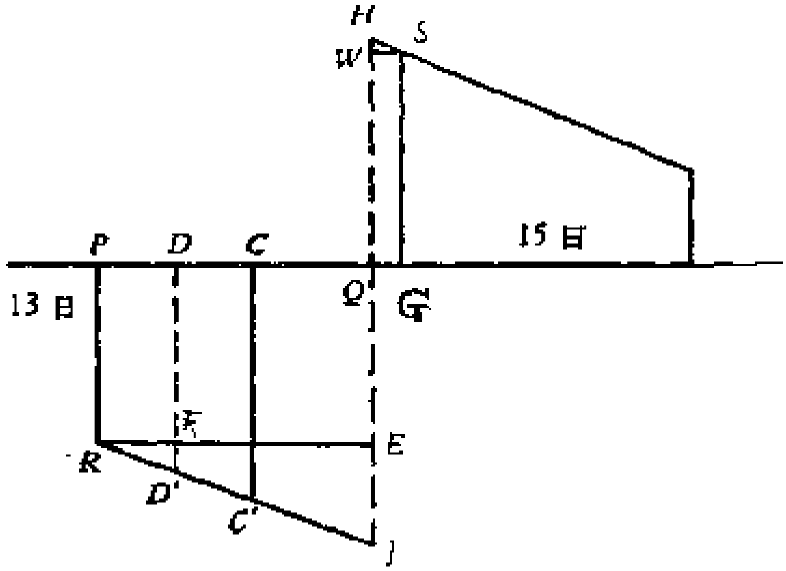


图15

二，末增二十九"。PG = 1天（十四），初数$PQ=\frac{1042}{1340}$，末数$QG=\frac{298}{1340}$，$PR=\frac{129.5}{1340}$，$GS=\frac{134.5}{1340}\approx\frac{1}{10}$，$EJ=\frac{4}{1340}$，PC是人余，D为PC之中点。当PC<PQ时，经辰变率$=DD'\times PC=(PR+FD')\times PC$，

$$FD'=\frac{RF}{RE}\times EJ=\frac{\frac{1}{2}\text{人余}}{\text{初数}}\times\frac{4}{1340}=\frac{2\cdot\text{人余}}{1042}$$

代入，得经辰变率为$\left(\frac{129.5}{1340}+\frac{2\times\text{人余}}{1042}\right)\times$人余（减）。当PC>PQ时，C点落在QG之间，因$WH\approx0$，经辰变率

除$\frac{102}{1340}$外（减）尚有一部分，为（人余－初数）×GS

$\approx\frac{1}{10}$（人余－初数）　（增）。

考虑到迟速积的值在十四初数时正好为0，故当人余大于十四日初数时，此时的迟速积即为$\frac{1}{10}$(人余－初数)（迟）。

二十八日的情况同十四日类似。"初减七十一，末增入后"。因为初数以后就是下一个近点月了，所以不会发生人余大于初数的情况。当人余小于初数时，按术求得

$$\text{经辰变率}=\left(\frac{134.5}{1340}+\frac{\frac{1}{2}\text{人余}}{\text{初数}}\times\frac{-13}{1340}\right)\times\text{人余}$$

$$=\left(\frac{134.5}{1340}+\frac{-\frac{13}{2}\times\text{人余}}{744}\right)\times\text{人余}$$

为了便于使用，现将这四天的算法总结于表5。

"经辰变率"是按直线梯形计算的整数日以后余数部分的增减率，它只是一级近似值。为了减少误差，麟德历又给出了进行二次修正的方法，即求经辰变率的增减率，暂称为"变率增减率"[1)]，以此"速减迟加（经辰）变率，为定率。乃以定率增减迟速积为定。""定"就是月亮改正，也称"定数"。

月亮改正(定数)＝迟速积±定率

＝迟速积±经辰变率±变率增减率　(12)

(12)式第一项是人变日（平朔时刻到近点之间的距离）整数日部分增减率的总和；第二项为人变日整数以后余数部分（人余）的增减率一次修正值，第三项为二次修正值。当

1)　笔者为了方便暂起的名。

表5　七、十四、二十一、二十八　四日经辰变率表

	入　余	经　辰　变　率	增减率
七日	$<\frac{1191}{1340}$	$\frac{1191-\frac{1}{2}\text{入余}}{1191}\times\frac{21}{1340}\times\text{入余}$	增
	$>\frac{1191}{1340}$	9/1340	减
十四日	$<\frac{1042}{1340}$	$\left(\frac{120.5}{1340}+\frac{2\cdot\text{入余}}{1042}\right)\times\text{入余}$	减
	$>\frac{1042}{1340}$	迟速积（迟）$\frac{1}{10}\left(\text{入余}-\frac{1042}{1340}\right)$	
二十一日	$<\frac{893}{1340}$	$\frac{893-\frac{1}{2}\text{入余}}{893}\times\frac{16}{1340}\times\text{入余}$	增
	$>\frac{893}{1340}$	<1209/1340：5/1340；>1209/1340：4/1340	增
二十八日	$<\frac{744}{1340}$	$\left(\frac{134.5}{1340}+\frac{-\frac{1}{2}\cdot\text{入余}}{744}\right)\times\text{入余}$	减
	$>\frac{744}{1340}$	入　后　月	

然，还可以再做定率的增减率，为第三次修正值，再做第四次修正值，等等。

现在来解释麟德历求“变率增减率”（第二次修正值）的方法。

图16为前多的情况。若OP＝1（天）＝总法，OA＝入余，$PG=\frac{\text{通率}}{\text{总法}}$，$JH=\frac{\text{率差}}{\text{总法}}$，其日迟速积为迟，入余应加上经辰变率AB；其日迟速积为速，入余应减去经辰变率

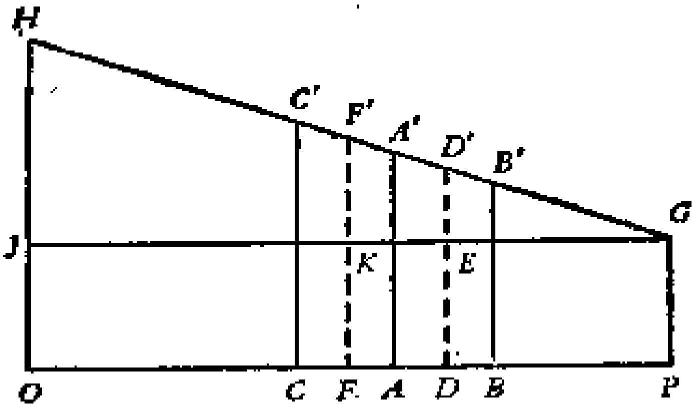


图16

AC。此时，ABB′A′和ACC′A′分别为其变率增减率。取AB的中点D，AC的中点F，则

$$OD = OA + AD = 人余 + \frac{1}{2}变率$$

$$OF = 人余 - \frac{1}{2}变率$$ （变率为经辰变率的简称）从相似形可知

$$ED' = \frac{JH}{JG} \times (OP - OD)$$

$$KF' = \frac{JH}{JG} \times (OP - OF)$$

$$ABB'A' = (DE + ED') \times AB$$

$$= \left\{\frac{通率}{总法} + \frac{率差}{总法^2} \times [总法 - (人余 + \frac{1}{2}变率)]\right\} \times 变率$$

$$= \left\{通率 + \frac{率差}{总法} \times [总法 - (人余 + \frac{1}{2}变率)]\right\} \times \frac{变率}{总法} \qquad (13)$$

$$ACC'A' = (FK + KF') \times AC$$

$$= \left\{通率 + \frac{率差}{总法} \times [总法 - (人余 - \frac{1}{2}变率)]\right\}$$

$$\times\frac{变率}{总法} \tag{14}$$

(13) 和 (14) 两式是前多情况下求变率增减率的公式，它们具有相同的形式，所不同的是 (入余 $\pm\frac{1}{2}$变率) 的符号，迟正速负。《新唐书·历志》称此为转余，"(变率) 半之，以速减迟加入余为转余。" 因此 (13)，(14) 两式可化简合并为

$$变率增减率 = \left(通率+率差-\frac{率差}{总法}\times转余\right)\times\frac{变率}{总法} \tag{15}$$

图17为前少的情况。OP = 总法，$PG=\frac{通率}{总法}$，$JG=\frac{率差}{总法}$，

$$ED'=\frac{JG}{JH}\times OD$$

$$=\frac{率差}{总法^2}\times\left(入余+\frac{1}{2}变率\right)$$

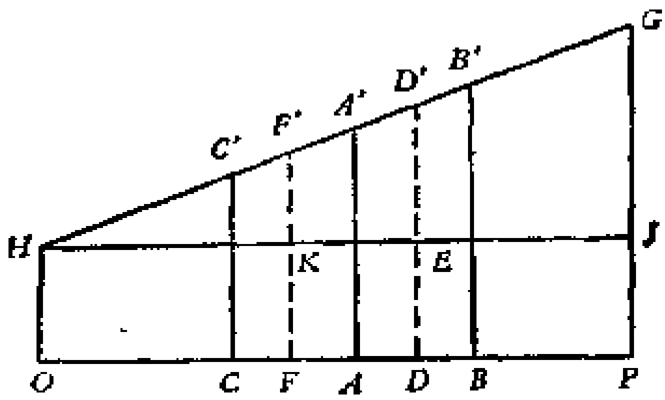


图17

$$KF'=\frac{JG}{JH}\times OF=\frac{率差}{总法^2}\times\left(入余-\frac{1}{2}变率\right)$$

$$ABB'A'=(DE+ED')\times AB=(PG-JG+ED')\times AB$$

$$=\left[\frac{通率-率差}{总法}+\frac{率差}{总法^2}\times\left(入余+\frac{1}{2}变率\right)\right]\times变率$$

$$=\left[通率-率差+\frac{率差}{总法}\times\left(入余+\frac{1}{2}变率\right)\right]$$

$$\times\frac{变率}{总法} \tag{16}$$

同理：$ACC'A'=(FK+KF')\times AC$

$$=\left[\text{通率}-\text{率差}+\frac{\text{率差}}{\text{总法}}\times\left(\text{入余}-\frac{1}{2}\text{变率}\right)\right]$$

$$\times\frac{\text{变率}}{\text{总法}} \tag{17}$$

(16)，(17) 合并为

$$\text{变率增减率}=\left(\text{通率}-\text{率差}+\frac{\text{率差}}{\text{总法}}\times\text{转余}\right)\times\frac{\text{变率}}{\text{总法}} \tag{18}$$

这就是前少情况下求变率增减率的公式。

麟德历的原文如下：

（经辰变率）"半之，以速减迟加入余为转余。增者以减总法，减者因余，皆乘率差，总法而一。增者以加通率，减者加通率减去率差，变率乘之，总法除之，以速减迟加变率为定率。"这就是前面 (13)，(14)，(16)，(17) 四式。(13)，(14) 为前多，(16)，(17) 为前少，(15) 和 (18) 为它们的合并形式，并还可以再合并为

$$\text{变率增减率}=\left[\text{通率}\pm\left(\text{率差}-\frac{\text{率差}}{\text{总法}}\times\text{转余}\right)\right]\times\frac{\text{变率}}{\text{总法}} \tag{19}$$

式中前多时取"+"号，前少时取"-"号，以入变日查表 4 可得。式中

$$\text{转余}=\text{入余}\pm\frac{1}{2}\text{变率} \tag{20}$$

这里，入变日在十四日以前（速）取"-"号，十四日以后（迟）取"+"号。

关于这一段求变率增减率的问题，李善兰在《麟德术解》中提出了不同的意见，他认为不应该单独对经辰变率求第二次修正值（变率增减率），还应该对迟速积即整数日部分的增减率总和也求第二次修正值，他提出公式 (19) 中的变率增减率应改成历率增减率，而历率＝迟速积 ± 经辰变率。公式 (20) 中的变率也应换成历率，计算方法仍同

(19)，(20)一致．笔者认为李善兰的意见是正确的，因为从第一节推导基本公式（2）和（3）时可见

$$月亮改正=\frac{\overrightarrow{M'M}}{R}=\frac{月实行度-月平行度}{月实行速-日实行速},$$

分母为所求时刻日月实行速之差，而编制月离表时分母只能取日月平行速之差，这就会产生误差．（更何况麟德历又错误地用了月平行速做分母．）因此在月离表中查得的整数日的迟速积也是同经辰变率一样属于第一次修正值．《新唐书·历志》和《旧唐书·历志》所载麟德历术仅对经辰变率求第二次修正值，乃是一种只拣芝麻（日以下入余部分）丢了西瓜（整数日部分）的错误．

利用公式(19)，(20)求得变率增减率以后即代入(12)式，求得月亮改正（定数），“各以入变迟速定数（月亮改正），速减迟加朔弦望盈朒小余，……各为定大小余，命日如前．”术文中“朔弦望盈朒小余”就是平朔弦望小余加上太阳改正后的值，现在再加上月亮改正，定朔计算就完成了．

应该指出，在第一节定朔计算的基本公式中，已得知月亮改正和太阳改正可以单独进行，以后再分别加到平朔时刻上即可．但是在《新唐书·历志》和《旧唐书·历志》中求月亮改正时都用加上了太阳改正的“盈朒日辰”或“盈朒经辰”时刻来作为计算月亮改正的初始时刻，这是错误的，应于校正．本文将在后面第六节对新旧唐书中有关部分进行校正时逐一指出．在《大衍历》的步月离术中就没有这类错误．

例：试求麟德二年天正十二月常朔和四月常朔的月亮改正．

先求这两次常朔时刻到近点的距离，即入变日及余。

“变周四十四万三千七十七，
变日二十七，余七百四十三，
变奇一，变奇法十二。”

“以奇法乘总实，满变周去之；不满者，奇法而一，为变分。盈总法从日，得天正常朔夜半入变。加常朔小余，为经辰所入。”

变周是十二个近点月的总分数，故

$$\frac{443077}{12\times1340}=27\frac{743\frac{1}{12}}{1340}\text{（天）}$$，为一近点月的长。

前已求得OP＝期总＝132087318068

BP＝闰余＝32346

BC＝十一月常朔小余
＝382

总实＝OC＝OP－（BP＋BC）
＝132087285340

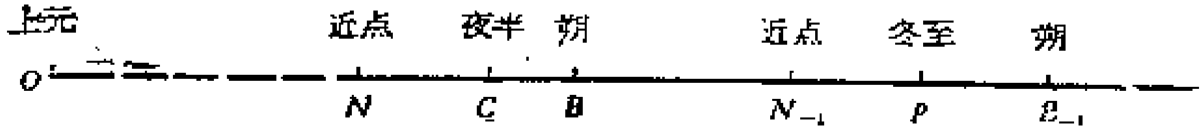


图18

（总实×奇法）$-N_3$×变周＝（132087285340×12）$-N_3\times443077=158129$（N_3为正整数）

$$\frac{158129}{12\times1340}=\frac{13177\frac{5}{12}}{1340}=9\frac{1117\frac{5}{12}}{1340}$$（C点入变日及余NC）

$$NB=NC+CB=9\frac{1117\frac{5}{12}}{1340}+\frac{382}{1340}=10\frac{159\frac{5}{12}}{1340}$$

（十一月常朔入变日及余）

故　十二月常朔入变日及余$=10\frac{159\frac{5}{12}}{1340}+29\frac{711}{1340}-27\frac{743\frac{1}{12}}{1340}$

$$=12\frac{127\frac{4}{12}}{1340}$$

$$四月常朔入变日及余=12\frac{127\frac{4}{12}}{1340}+4\times29\frac{711}{1340}-4$$

$$\times27\frac{743\frac{1}{12}}{1340}=19\frac{1339}{1340}$$

查表 4，知入变日及余$12\frac{127\frac{4}{12}}{1340}$为减率、前少、速．十三日通率129.5，率差17，迟速积223（速）．由公式（11），

$$经辰变率=〔通率\pm(率差-\frac{1}{2}\frac{率差}{总法}\times入余)〕\times\frac{入余}{总法}$$

$$(前少取“-”号)=〔129.5-(17-\frac{1}{2}\times\frac{17}{1340}\times127\frac{4}{12})〕$$

$$\times\frac{127\frac{4}{12}}{1340}=10.8（减）$$

由公式（20），

$$转余=入余\pm\frac{1}{2}变率\quad（入变日十四日前取“-”号）$$

$$=127\frac{4}{12}-\frac{1}{2}\times10.8=121.93$$

由公式（19），

$$变率增减率=〔通率\pm(率差-\frac{率差}{总法}\times转余)〕\times\frac{变率}{总法}$$

$$(前少取“-”号)=〔129.5-(17-\frac{17}{1340}\times121.93)〕$$

$$\times\frac{10.8}{1340}=0.92（减）$$

由公式（12）

$$月亮改正=迟速积\pm经辰变率\pm变率增减率$$

$=223-10.8-0.92=211.38$（速）

第三节已求得十二月常朔太阳改正为（盈）20.56，故麟德二年天正十二月定朔是

$$10\frac{1093}{1340}+\frac{20.56}{1340}-\frac{211.38}{1340}=10\frac{902}{1340}\text{（甲戌）}$$

查表4，入变日及余$19\frac{1339}{1340}$为增率、前多、迟。因小余接近于1，可按二十日算，查月离表二十一日初时迟速积为521（迟）。经辰变率＝0，变率增减率＝0，故月亮改正为521（迟）。

第三节已求得四月常朔太阳改正为（盈）166.68，故麟德二年四月定朔为

$$8\frac{1257}{1340}+\frac{166.68}{1340}+\frac{521}{1340}=9\frac{605}{1340}\text{（癸酉）}$$

若按李善兰提出的求历率增减率的方法来计算，结果稍有差别。　　历率＝迟速积±经辰变率（减率用"－"号）

＝速223－10.8＝速212.2

历率为速，且大于小余$127\frac{4}{12}$，要改变入变日，计算历率增减率得重新分析。《新唐书》说"其历率损益入余进退日者，分为二日，随余初末，如法求之，所得并以加减变率为定"。值得注意的是这里用了"历率"一词，说明李善兰的提法是有所根据的。历率一词的出现还说明前文求变率增减率的一段应校正为求历率增减率，如若坚持前文的做法，则此处历率一词就应校改为变率，二者必居其一。笔者认为应将前文校正为求历率增减率。

见图19。入余

$OA=12\frac{4}{12}$，历率 AB $=212.2$（速），历率增减率为$AA'B'B$，经辰变率为$OAA'H$，

定率 $=OAA'H-AA'B'B=-OBB'H=$ 十二日初迟速积 $+SBB'R$

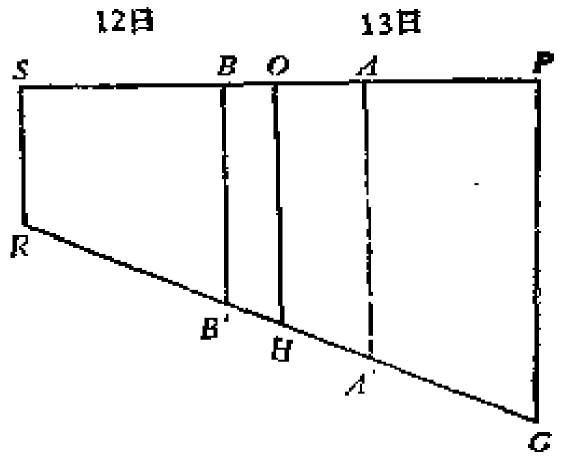


图19

查表4，十二日通率 112.5，率差17，速327，$SB=1254.5$，故

$$SBB'R=\left[112.5-\left(17-\frac{1}{2}\times\frac{17}{1340}\times1254.5\right)\right]\times\frac{1254.5}{1340}$$

$$=96.9\text{（减）}$$

$$\text{月亮改正}=327-96.9=230.1\text{（速）}$$

由此求得麟德二年天正十二月

$$\text{定朔}=10\frac{1093}{1340}+\frac{20.56}{1340}-\frac{230.1}{1340}=10\frac{883}{1340}\text{(甲戌)}$$

对于四月常朔的月亮改正，因入余为$\frac{1339}{1340}$，取为1，故历率就是二十一日初时迟速积521（迟），加入余为$20\frac{520}{1340}$，因发生改变入变日的情况，且又遇到二十一日的特殊情形。查表5，此时有

$$\text{历率增减率}=\frac{893-\frac{1}{2}\times520}{893}\times\frac{16}{1340}\times520\approx4.4$$

$$\text{月亮改正}=521+4.4=525.4\text{（迟）}$$

由此求得麟德二年四月

$$定朔 = 8\frac{1257}{1340} + \frac{166.68}{1340} + \frac{525.4}{1340}$$

$$= 9\frac{609}{1340}\quad（癸酉）$$

比较两种算法的结果，发现对四月定朔相差小余4分，约相当于现在的四分多钟，天正十二月定朔相差小余19分，相当于现在二十多分钟。究竟哪一种算法更接近实际，需用现代方法以电子计算机进行校验，此工作有待以后进行。

五、简捷算法

本文写作过程中承严敦杰先生指导并出示一简捷算法，告知在一般计算日历时均用此法，仅在计算交食时才使用上述详细算法。

同上例，试求麟德二年天正十二月和四月定朔。

$$冬至干支 = （积年 \times 期实）- N_1 \times 60$$

$$= (269881 \times 365\frac{328}{1340}) - N_1 \times 60$$

$$= 5\frac{568}{1340}$$

$$冬至月龄 = （积年 \times 期实）- N_2 \times 朔实$$

$$= (269881 \times 365\frac{328}{1340}) - N_2 \times 29\frac{711}{1340}$$

$$= 24\frac{186}{1340}$$

$$冬至近地点日 = （积年 \times 期实）- N_3 \times 近点周$$

$$= (269881 \times 365\frac{328}{1304}) - N_3 \times 27\frac{743\frac{1}{12}}{1340}$$

$$= 6\frac{942\frac{4}{12}}{1340}$$

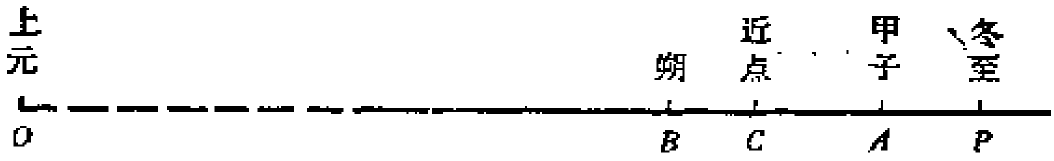


图20

上述三个基本数据的天文意义如图20。设O为上元，P为冬至，A，B，C分别是甲子、朔、近地点，P到它们的距离分别为冬至干支、冬至月龄、冬至近地点日。因此，

十一月常朔干支＝冬至干支－冬至月龄

$$= 5\frac{568}{1340} - 24\frac{186}{1340}$$

$$= 41\frac{382}{1340}$$（不够减时加60）

十一月常朔入变＝冬至近地点日－冬至月龄

$$= 6\frac{942\frac{4}{12}}{1340} - 24\frac{186}{1340}$$

$$= 10\frac{159\frac{5}{12}}{1340}$$（不够减时加$27\frac{743\frac{1}{12}}{1340}$）

进而求得

十二月常朔干支$= 10\frac{1093}{1340}$　十二月常朔入变$= 12\frac{127\frac{4}{12}}{1340}$

四月常朔干支$= 8\frac{1257}{1340}$　四月常朔入变$= 19\frac{1339}{1340}$

十二月常朔在冬至后$10\frac{1093}{1340} - 5\frac{568}{1340} = 5\frac{525}{1340} = 5.34$（天）

查日躔表，冬至盈朒积为0，冬至先后率为54（先），于是

$$太阳改正 = 0 + \frac{5.34}{15} \times 54 = 19.2（盈）$$

查月离表，十三日初迟速积为223（速），十三日增减率为121（减），于是

$$月亮改正 = 223 - \frac{127\frac{4}{12}}{1340} \times 121 = 212（速）$$

故

$$十二月定朔 = 10\frac{1093}{1340} + \frac{19.2}{1340} - \frac{212}{1340} = 10\frac{900.2}{1340}（甲戌）$$

谷雨平气干支 $7\frac{230\frac{4}{6}}{1340}$，谷雨定气干支为 $7\frac{230\frac{4}{6}}{1340} - \frac{2368}{1340}$

$$= 5\frac{542\frac{4}{6}}{1340}$$

四月常朔在谷雨后 $8\frac{1257}{1340} - 5\frac{542\frac{4}{6}}{1340} = 3\frac{714\frac{2}{6}}{1340} = 3.53$(天)

查日躔表，谷雨盈朒积为176(盈)，谷雨气先后率为38(后)，

$$太阳改正 = 176 - \frac{3.53}{15} \times 38 = 167（盈）$$

查月离表，二十日初迟速积为493（迟），二十日增减率为28（增）

$$月亮改正 = 493 + \frac{1339}{1340} \times 28 = 521（迟）$$

故

$$四月定朔 = 8\frac{1257}{1340} + \frac{167}{1340} + \frac{521}{1340} = 9\frac{605}{1340}（癸酉）$$

看来，简捷算法与详细算法相比，结果相近而方便有效。此方法在《旧唐书·历志》中以小注形式出现，计算太

阳改正的术文是："若非朔望有交从者速粗举者，以所人定气日算乘先后率，加[1]十五而一，先加后[2]减盈朒为定积。人气日十五算者，加十六而一。"计算月亮改正的术文是："若非朔望有交及欲考校速要者，但以入余乘增减率，总法而一，增减速为要耳。"这种方法就是数学上的平均（一次）内插法。

六、新旧唐书历志有关部分校正

现以中华书局1976年7月版《历代天文律历等志汇编》所载新旧唐书历志进行校正。（ ）内为应删者，〔 〕内为应补者。

旧唐书历志二，日躔表后，第二〇〇七页：

"见所在气躔差率，并后气率，半之，总辰乘之，纲纪而一，得气末率。各以泛差通其纲纪，以同差辰也。又二率相减，余以总辰乘而〔纲〕纪除之，为总差。〔又以总〕辰〔乘〕之纲纪除之[3]，为别差（率）。前少者，以总差减末率；前多者，以总差加末率。加减讫，皆为其气初（日损益）率。前多者，以〔半〕别差（率）减；前少者，以〔半〕别差（率）加，〔为其气初日损益率[4]。前多以别差减，前少以别差加，〕加减气初日损益率讫，即次日损益率。亦名每日躔差率。以次加减，得每日所求。各累所损益，随历定气损益消息总，各为其日消息数。其后气无同率，及有数同者，皆（因前少）以前末率为初率，〔前少者〕加总差为末率，〔半

1） "加十五而一"及其后"加十六而一"的"加"字疑衍字。
2） "后"字依术意补，史志遗漏。
3） 参见本书p.50公式。
4） 参见本书p.50。

别差加初率为初日率，〕别差渐加初〔日〕率，为每日率。前多者，总差减初率为末率，〔半别差减初率为初日率，〕别差渐减〔初日率〕为每日率。其有气初末计会及纲纪所校多少不（叶）〔一〕者，随其增减调而御之，使际会相准。”

第二〇〇八页末段：“求朔弦望恒日（恒）所入盈缩数术”

“各以总辰乘其所入定气日算〔盈〕朒朔弦望夜半后辰数，乃以所入定气夜半后辰数减之，余为辰总。其恒朔弦望与定气同日而辰多者，其朔弦望即在前气气末，而辰总时有多于进纲〔退〕纪者，疑入后气之初也。以乘其气前多之末率，前少之初率，总辰而一，为总率。凡须相乘有分余者，母必通全子乘讫报母，异者齐同也。其前多者，辰总〔十二而一〕[1]，〔以〕减〔纲〕纪，〔余〕乘总差，纲纪而一，（为差）并于总（率）差，辰总乘之，倍总辰除之，以加总率；前少者，辰总〔自乘〕[2]，再乘别差，总辰自（辰）乘，倍而除之，以加总率；皆为总数。”

第二〇一一页，月离表中二十一日增减率应为“增四初增（四）〔五〕”[3]
末减（隐）〔一〕.

第二〇一二页，“求朔弦望（盈朒）日辰入变迟速定数术。”

“各列其所入日增减率，并后率而半之，为通率。又二率相减，余为率差。增者，以入余减总法，余乘率差，总法而一，并率差而半之；减者，半入余乘率差，亦总法而一，〔率差减之；〕[4]并以加于通率，入余乘之，总法而一，所得

1） 参见本文公式（6）。

2） 参见本文公式（7），严敦杰先生标点《隋书律历志下》中已校补。

3） 依二十日末率计算，此数有误，应为初增五·三，末减一·三，今取整数部分。

4） 参见本文公式（10），《隋书律历志下》亦已校补。

为经辰变（转）〔率〕。（半）〔以〕经辰变〔率增减朔弦望所入变日迟速积为历率，半之〕[1]，速减迟加（盈朒）经辰所入余，为转余。应增者，〔以〕减〔总〕法；应减者，因余。皆以乘率差，总法而一。〔增者〕加于通率，〔减者加通率减去率差，〕[2]（变）〔历〕率乘之，总法而一，以速减迟加〔经辰〕变率为定率。乃以定率增减迟速积为定。”

新唐书历志二，日躔表后，第二一四四页：

“各以其气率并后气率而半之，十二乘之，纲纪除之，为末率。〔各以十一通其纲纪，以同差辰也。〕[3]二率相减，余以十二乘之，纲纪除，为总差。又以十二乘总差，纲纪除之，为别差。前少以总差（以）减末率，前多（以）加末率，为初率。〔前多以半别差减，前少以半别差加，为其气初日率，〕累以别差，前少以加初〔日〕率，前多以减初〔日〕率，为每日躔差及先后率。乃循积而损益之，各得其日定气消息与盈朒积。其后无同率，〔及有数同者，〕因前末〔率〕为初率，前少者加总差，前多者以总差减之，为末率。余依术入之。

各以气下消息积，息减，消加常气，为定气。各以定气大小余减所近朔望大小余，十二通其日，〔三其小余，〕以辰率约（其余）〔之〕，相从为辰总。其气前多以乘末率，前少以乘初率，十二而一，为总率。前多者，以辰总〔十二而一〕减纲纪，以乘（十二）〔总差〕，纲纪而一，以加总（率）〔差〕，辰总乘之，二十四除之；前少者，辰总〔自乘〕再乘别差，二百八十八除之：皆加总率。”

第二一四七页月离表中二十一日增减率应为“增四

1）参见本文公式（12）及其说明。

2）参见本文公式（16）、（17）。

3）参见第50页，并按《旧唐书》校补。

初增〔四〕〔五〕”
末减〔隐〕〔一〕。

第二一四八页：

“各列朔、弦、望（盈朒）经辰所入日增减率，并后率而半之，为通率。又二率相减，为率差。增者以入变历日余减总法，余乘率差，总法而一，并率差而半之；减者半入余乘率差，亦总法而一，〔率差减之；〕[1]皆加通率。以乘入余，总法除，为经辰变率。〔以经辰变率增减朔弦望所入变日迟速积为历率，〕半之，以速减、迟加入余，为转余。增者以减总法。减者因余，皆乘率差，总法而一。〔增者〕以加通率，〔减者加通率减去率差，〕（变）〔历〕[2]率乘之，总法除之，以速减迟加变率，为定率。乃以定率增减迟速积为定。”

七、算法总结

最后将麟德历定朔计算的步骤和所用公式做一总结，读者根据此总结便可进行具体的计算。

第一步，求所求年天正冬至三基本数据[3]，设所求年到664年的年数为t。

①冬至干支 $= 0\frac{240}{1340} + 5\frac{328}{1340}\cdot t$，过60减去之。

1) 参见公式（10）。

2) 参见公式（16），（17）。

3) 麟德历行用于665年到728年，664年天正冬至干支 $0\frac{240}{1340}$，冬至月龄 $13\frac{350}{1340}$，冬至近地点日 $72\frac{297\frac{6}{12}}{1340}$，每过一年冬至干支增加：$365\frac{328}{1340}-360=5\frac{328}{1340}$，月龄增加：$365\frac{328}{1340}-12\times 29\frac{711}{1340}=10\frac{1176}{1340}$，近地点日增加：$365\frac{328}{1340}-13\times 27\frac{743\frac{1}{12}}{1340}=7\frac{47\frac{11}{12}}{1340}$，故有上述三公式。

②冬至月龄$=13\frac{350}{1340}+10\frac{1176}{1340}\cdot t$，过$29\frac{711}{1340}$去之。

③冬至近地点日$=27\frac{297\frac{6}{12}}{1340}+7\frac{47\frac{11}{12}}{1340}\cdot t$，过$27\frac{743\frac{1}{12}}{1340}$去之。

第二步，求所求年各平气、定气、平朔大小余：

④十一月平朔干支＝①－②，不够减时加60再减。

⑤各月平朔干支$=④+29\frac{711}{1340}\cdot n$，$n=1,2,3,\cdots\cdots 12$，有闰月者可到13。满60减去之。

⑥各平气干支$=①+15\frac{292\frac{5}{6}}{1340}\cdot m$，$m=1,2,3,\cdots\cdots 24$，满60减去之。

⑦各定气干支＝⑥±各气消息总，查日躔表得各气消息总，息减消加常气。

第三步，求各平朔到最近定气之日数：

⑧气朔距＝各平朔干支－最近定气干支。

第四步，求各平朔到近地点日数及余：

⑨十一月平朔近地点日＝③－②，不够减时加$27\frac{743\frac{1}{12}}{1340}$再减。

⑩各月平朔近地点日$=⑨+1\frac{1307\frac{11}{12}}{1340}\cdot n$[1)]，$n=1,2,3,\cdots\cdots 12$或13，满$27\frac{743\frac{1}{12}}{1340}$去之。

第五步，求太阳改正：

1) 每过一平朔，近地点日增加：$29\frac{711}{1340}-27\frac{743\frac{1}{12}}{1340}=1\frac{1307\frac{11}{12}}{1340}$（日）。

⑪气内改正＝初率×气朔距±$\frac{1}{2}$别差×气朔距^2。前多时用“－”号，前少时用“＋”号。

各气的初率、别差、前多或前少查表3，各朔气朔距见⑧。

⑫太阳改正＝各气盈朒积±⑪。各气盈朒积查日躔表，⑪为先用“＋”号，后用“－”号。

第六步，求月亮改正：

⑬经辰变率＝[通率±（率差－$\frac{1}{2}$$\frac{\text{率差}}{\text{总法}}$×入余)]×$\frac{\text{入余}}{\text{总法}}$。前多取“＋”号，前少取“－”号。

各入变日的通率、率差、前多或前少查表4，各朔入变日及余见⑪。

⑭历率＝迟速积±⑬。视⑬为增率取“＋”号，减率取“－”号，各日迟速积查表4。

⑮转余＝入余±$\frac{1}{2}$·⑭，⑭为迟用“＋”号，为速用“－”号。入余见⑬。

⑯历率增减率＝[通率±（率差－$\frac{\text{率差}}{\text{总法}}$×⑮）]×$\frac{⑭}{\text{总法}}$，正负号取法同⑬。

⑰月亮改正＝⑭±⑯。正负号取法根据⑯。

第七步，结果：

⑱定朔＝平朔±⑫±⑰。⑫的正负号是盈加朒减，⑰的正负号是速减迟加。

简易算法：

①～⑩各步相同。

⑪太阳改正＝各气盈朒积±$\frac{\text{气朔距}}{15}$×各气先后率。先“＋”后“－”，气朔距见⑧。若气朔距＞15，则分母取16。

⑫月亮改正＝迟速积±$\frac{\text{入余}}{1340}$×增减率。增"＋"减"－"，注意入变日七、十四、二十一、二十八的特殊情况。

⑬定朔＝平朔±⑪±⑫。盈加朒减⑪，速减迟加⑫。

八、几点看法

（1）《麟德历》的定朔计算方法本源于隋刘焯《皇极历》。考虑月亮和太阳视运动不均匀的定朔计算法是中国历法史上一个重大进步。在定朔计算中创立并使用等间距二次差内插法，在计算月亮改正时使用了二级改正，这在中国数学史上也有重要意义。因此，刘焯的功绩是不可泯灭的。

《麟德历》行用后不久就发生与天象不符，预报日食不准等问题。公元733年（开元21年）曾用观测进行校核，发现只对十分之三、四。造成这些后果的原因是多方面的，天文常数定得不准（如回归年、朔望月、近点月、交点月等）是一个方面，但通过本文的研究发现，对太阳视运动规律认识上的错误和计算方法上的错误带来的误差更加严重。文中已指出，日躔表中反映的对太阳视运动规律的认识是错误的（且不计当时地球绕太阳公转轨道的远日点不在冬至这一项），这种日躔表并不能用。月离表中反映的月亮视运动规律虽从总的趋势上来看是符合天文实际的，但一个近点月内每一日的运动速度从定量来看与实际情况也还有偏差，这也必然要带来误差（关于月离表同月亮实际运行的偏差量有待进一步计算校验）。此外，文中已指出的日躔表中的先后率、月离表中的增减率误差也较大，它们的分母用月平行速来代替日月实行速之差，仅此一项相对误差就达8％，比起回归年、朔望月、近点月、交点月的误差要大几百倍。因为从麟德历行用的63年中来看，上面这四项的相对误差（63年

的积累总误差/今测值）还不到万分之四，见下表。

	回归年（天）	平均朔望月（天）	近点月（天）	交点月（天）
麟德历	365.2448	29.530597	27.55456	27.21223
今　测	365.2422	29.530588	27.55455	27.21222
误　差	0.0026	0.000009	0.00001	0.00001

还有，计算月亮改正时，只对入变日小余部分的经辰变率求第二级改正值，而丢掉了整数日部分迟速积的第二级改正，拣小失大。再则计算太阳改正和月亮改正应不分先后单独进行，而《麟德历》先做太阳改正，以加上了太阳改正后的平朔时刻作为计算月亮改正的初始时刻，这既不必要，又增加麻烦和误差。

（2）清代学者李善兰对《麟德历》定朔计算法进行了深入的研究，1848年写出《麟德术解》三卷，提出了一些正确的看法。如计算太阳改正时进纲16退纪17的意义；计算月亮改正时为什么要对历率再进行第二级改正；认为郭守敬《授时历》的平立定三差是《麟德历》求二级改正的发展；发现麟德二年闰三月实为四月，是唐历避忌的人为因素造成等。此外，李善兰还对唐书的术文提出了校勘意见，他发现计算太阳改正时气初率不同于初日率，相差半个别差，但将前少前多的情况弄颠倒了；他又发现，进纲16退纪17在计算时还要乘上一个因子，他据《皇极历》的数据提出乘$\frac{10}{11}$，而麟德术为$\frac{11}{12}$，他误以为麟德历错了，其实两者是相近的。更重要的是，李善兰提出了用几何图形解释定朔计算中内插法的数学意义的方法，应该认为是一种创造。但他的几何方法很不完善，包含一些很重要的错误。如求太阳改正时将总差混同

表6 改正后的日躔表

节气	冬至	小寒	大寒	立春	启蛰	雨水	春分	清明	谷雨	立夏	小满	芒种	夏至	小暑	大暑	立秋	处暑	白露	秋分	寒露	霜降	立冬	小雪	大雪
先后率	先 58	50	42	42	50	58	后 58	50	42	42	50	58	先 58	50	42	42	50	58	后 58	50	42	42	50	58
盈缩积	盈 0	58	108	150	192	242	300	242	192	150	108	58	缩 0	58	108	150	192	242	300	242	192	150	108	58

表7 改正后的月离表

变日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
增减率	增 146	128	109	86	62	37	初增11减 末减0	15	40	66	91	112	130	初减125增 末增16	138	123	102	79	56	29	初增5减 末减2	23	49	75	97	118	136	初减47 末入增后
迟速积	速 0	146	274	383	469	531	568	579	564	524	458	367	255	125	迟 16	154	277	379	458	513	542	545	522	473	398	301	183	47

于纲纪；求月亮改正时把率差混同于总法，这相当于把太阳月亮运动速度的斜率当做1，（tg45°），显然是错误的.

（3）鉴于日躔表中对太阳视运动规律认识的错误，要进行补救只有重编日躔表。事实上，后来的《大衍历》已作了改变，一行经过实测编出的日躔表对太阳视运动的认识基本正确，这在古代天文学中有重要意义，因为这是张子信发现太阳视运动不均匀现象以来首次建立正确的规律。对于日躔表和月离表中共同的一个错误是先后率和增减率的分母问题。按理论推导，应该用平朔到定朔这段时间里日月实行速之差来做分母，实际上由于日月实行速时刻变化，只能用某一平均值来代替。现以日月平行速之差做分母重新编表，以便改正。在中国古历法中，比麟德历早的祖冲之《大明历》就是这样做的。

经过这样的改正，虽然能减少一些误差，但是必竟不是用实行速之差进行计算，因而还会有差，仍得按上述方法和程序进行计算。在计算太阳改正时没有考虑二级改正，这是因为太阳运动比起月亮来要慢十三倍，余差可以忽略。从理论上说考虑二级改正后仍会产生残差，还得再做三级、四级改正，等等。但现在看来已没有必要。因为对太阳月亮运动规律的认识还有问题，日躔表月离表本身还有很大误差甚至错误，别的做得再细也是无济于事的。

本文研究过程中得到严敦杰先生指导，薄树人同志对全稿提了许多重要修改意见，特此致谢。

参考文献

〔1〕李善兰：“麟德术解”，见《则古昔斋算学》十三种本，1867年。
〔2〕李俨：《中算家的内插法研究》，科学出版社，1957年。
〔3〕钱宝琮：“从春秋到明末的历法沿革”，《历史研究》1960年第3期。

《授时》、《大统》预推日食方法的原理

车一雄

一、前　　言

日食推算，其目的就是在日食发生之前推算出：（1）日面开始亏缺（初亏）的时刻，亏缺最多（食甚）的时刻，日食终了太阳圆面恢复到原来形状（复圆）的时刻。（2）从那一个方向开始亏缺（亏起角）和日面亏缺最大时亏缺部分占日面的比例（食甚的食分）。不论古今中外，都以解决这两个问题来做日食预报的研究。

在我国很早就开始了日食预报工作，《尚书》中就记载了一段这样的事，据说在夏朝仲康时，预报日食的人失职，以致忽然发生了日全食，失职者受到处罚。至于如何预报却没有说明，根据当时的科学水平看来是未到推算日食的程度。到了汉朝在《太初历》、《三统历》中明白地写出了每经过135个月就有23次见食的周期，利用它就能大致上推出见食的日期，古历法称为“食日”，在以后的《四分历》等历法中，列出了用同一方法，既能推算日食的食日及时刻，也能推算月食的食日及时刻。那时为了避皇帝的忌讳，就叫做“推月蚀”。隋朝大业四年以后的历法，才把推算日食的方法，和推算月食的方法分开具列，逐渐完善。《大衍历》创推算初亏、食甚、复圆三限及各地食分；《宣明历》创推算时、气、刻三差，日食推算愈来愈精密。到元朝，郭守敬作的《授时历》总结了前人的经验，集以前各历法之大成，他

实测了推算用的数据，使推算方法上更加完备，从而推算出结果更加精密，《授时历·步交会术》一直用到明朝西人来华之前。现将其数据、原理介绍于下。

二、数　　据

《授时历》实测得一个交点月的日数为27日．212224，称为“交终”，而现代测得一个交点月的数值为27日．222，这两个数值基本一致。依《授时历》测得的月亮每天平行度13度36分87秒·5计算，一个交点月之内月亮应行363度79分34秒折半为181度．8967称为“交中度”．又《授时历》测得一个朔望月的天数有29日．530593，现今测得为29日．530588，二者相差仅有0.000005，还不到一秒，这是推算合朔的必用数据，$\left(\begin{matrix}朔望月\\周期\end{matrix}\right)-\left(\begin{matrix}交点月\\周期\end{matrix}\right)=2$日．318369，称为“交差”．按《授时历》的历元至元辛巳冬至己未日初一刻正是月亮过黄白道正交点后的26日187分86秒，称为“交应”。上面所有的数据都是计算日食时必用的数据。我国古历法规定月亮“出黄道外为阳，人黄道内为阴，月当黄道为正交”．月亮自阴历（黄道内）过交点人阳历（黄道外），因视差之故，日食虽在阳历，而人眼观察它仍然看见在阴历食，《授时历》测得这样的视差为6.15称为“蚀差”，则(交终度）－（蚀差）＝357度．6434称为“正交度”，（交中度）＋（蚀差）＝188度．0467称为“中交度”，都是计算日食的重要数据。

发生日食时，离交点愈近食分越大；离交点愈远食分愈小，又因视差、蒙气差的关系，愈近地平越难看见，距地平愈高越易看见．《授时历》测得月亮在阳历发生日食时，距离黄、白道

交点必须小于6度，称为"阳历食限".更测得月亮在阳历离交点6度发生日食时的食分为10分，则每食进日面一分，须向交点移近$\frac{600}{10}=60$，称为"定法"，意即食象每移近交点1分时，太阳圆面就亏缺$\frac{1}{60}$.同理，若月亮在黄道之北（阴历）发生日食时，则由于距地平高，比较在阳历时易于看见，所以实测得离黄白交点少于8度时，即能看到日面亏缺10分以上的日食，故8度称为"阴历限"。日面每亏缺一分，见食须移近交点$\frac{800}{10}=80$，称为"阴历定法"，这两个定法都是推算食分的数据。

《授时历》测定从某年闰月之后至有食这年的冬至所积累的整日数以下的奇零分数，共有201850分称为"闰应"。又测得历元辛巳天正冬至的交节时刻为己未日丑初一刻，这数值距甲子日子正初一刻有55日6刻，以日周10000分乘之得550600分称为"气应"．一纪积累的分数《授时历》定为600000分，称为"旬周".这些都是计算日食过程要用到的数据.

以上所述是计算日食的基本数据，正确与否，对预告日食至关重要。《授时历》"步交会术"一直用到明朝以后还继续使用，基本数据的精确是其原因之一。

三、推步交会原理

上面已经说过，推算日食就是要求推算出某一地方可见日食的初亏、食甚、复圆"三限"的时刻和食甚的食分．为了达到这个目的，首先要推算出有食之月、朔日、日月同经之点与交点的距离和以太阳行速衡量所需的时间，称为"合朔入交"。为了推求入交，我国古代的天文学家用先推概

值，后算确值的方法。先推求有食这年含有冬至的月份，以大月30天，小月29天推得的合朔日即“经朔”。从此时起，太阳行到黄、白二道交点所需的时间，称为“天正经朔入交”。这是因为，我国古代以冬至点为周天的始点，即天球的零点，一切天文历法的推算，都从冬至开始，即所谓“历元起于冬至”。推算日食也不能例外，亦要从冬至起算，推算出含冬至的这个月合朔日距交点的日数之后，再推算其余数据。为此，可以先求得有食这年含有冬至这个月的经朔，再求从此时起太阳行到交点的时间，就是“天正经朔入交泛日及分秒”了。

天正经朔入交泛日及分秒只是概值，要把它推算成确值，定朔加时入交，还要经过修正。但是如果要求日月同经的真正时间，而且仅仅精确到一天，而一天的开始又依古法规定“从子时开始”，则在一天开始时，经朔与定朔相差很小，经朔望夜半入交比定朔望夜半入交仅仅多了经朔不足一天的奇零分数，即“经朔望小余”而已，这样，就很容易推算出“定朔望夜半入交”了。若遇到定朔望夜半太阳距交点较远，估计在该月未能发生日食时，则要推求下一个月定朔望夜半入交，于是只要再加上一个交点月。若从推求得的定朔望夜半入交数值来估计，当天仍未能发生日食，则需要推求“每天夜半入交”，只要在“定朔望夜半入交时刻”递加1日一直加到能见日食的这天为止。

东汉刘洪发现了月亮的行度每天快慢不同，测出了月行迟疾的数据，他就提出了只计及月亮变速的“定朔”。北齐时，张子信又发现了太阳行度时多（盈）时少（缩），每天不同，测出了日行盈、缩的数据，为后世计算定朔开了思路。《授时历》的作者，在太阳视运动方面，测定了地球从经近日点之前到经过近日点之后，大约八十九天每天的行

度，造成了数值表，即《大统历》所载的冬至前后太阳盈初缩末限，八十八日九十一刻的《太阳盈初缩末限立成》，还测定了地球从经过远日点之前至经过远日点之后，大约九十四天，每天的行度，造成了数值表，即《大统历》载的太阳在夏至前后缩初盈末限，九十三日七十一刻的《太阳缩初盈末限立成》。在月亮视运动方面测定了月亮从经过近地点之前到经过近地点之后约十三日每天月亮行速的快（疾）慢（迟），造成了数值表即《大统历》载的《太阴迟疾立成》。利用这些立成就能计算"太阳盈缩差"和"太阴迟疾差"的数据，继之而求得经朔与定期的差，称为"加减差"。利用这个差即推算得太阳从日月同经的时辰分秒起行到交点所需的时辰分秒，称为"定朔望加时入交"，亦即日月同经之时太阳与交点的距离。

以上入交都是依太阳的行度推算的，太阳是沿黄道运动的，则以上所得的"定朔望加时入交"当然是沿黄道推算的。而月亮是行白道的，白道与黄道有六度余（中国古度）的交角。日月同经之点沿黄道至交点的距离与沿白道至交点的距离必然有差。而推算日食不但要知道太阳的位置，也必须知道月亮的位置才行，今天推算日食是这样，古时也同样。为了推求在日月同经时，合朔点沿白道至交点的距离，《授时历》先推求得经朔时月亮至交点的距离，称为"交常度"。再用盈缩差修正为定朔时月亮至交点的距离，称为"交定度"。这是推求合朔是否入日食界限及推求在日食时月亮在黄道之南或在黄道之北的数据。

黄道与白道是天球的二大圆，其两个交点，对称地平分黄道与白道。为了推算日食方便起见，把一个交点定为零度，称为"正交点"，则另一个交点就是$182\frac{5}{8}$度，称为"中交

点”。必定在正、中交点或其附近发生食象，《授时历》测得

$$342\text{度} < (\text{交定度}) < (365\frac{1}{4}\text{度} + 7\text{度}) \quad \text{正交}$$

$$175\text{度} < (\text{交定度}) < 202\text{度} \quad \text{中交}$$

为发生日食的界限，称为“日食正交中交限度”出了这个限就不发生日食。这里指出，这个限度并未考虑到任何误差，只是粗略的数值而已。

古人为了推算日食，以太阳中天作为一个数据的标准，也就是以观测地的子午圈作标准。日食发生在中天之前，称为“中前”，日食在中天之后，称为“中后”，中天之前距中天的分数称为“中前分”，中天之后距中天的分数称为“中后分”。只要把有食这天的定朔分数与“半周天”的分数5000分比较即得“中前分”或“中后分”，这是计算“日食三限”的主要数据。

人在地面观察日食，当合朔在卯，月亮虽未至合朔度，肉眼已见它与日合了，就是提早的差，当合朔于酉，月亮虽已到合朔度，肉眼仍未见它与日合，这是推迟的差，惟有在午正合朔才没有这种差。这点在唐朝《宣明历》中首先提出，称为“时差”，可能就是现代天文学的“视差”。利用“中前分”或“中后分”即计得此值。

利用时差可推算出两个数值：

（1）食甚的准确分数，称为“食甚定分”。用时差修正有日食这天的定朔分而得。

（2）日食距中天的准确分数称为“距午定分”，用时差修正“中前分”或“中后分”而得。

天球子午圈交地平于南北两点即十二辰的子、午，卯酉圈交地平于东西二点即十二辰的卯、酉，在中国看来，黄道夏至偏北，冬至偏南。若在二至附近，又合朔于午，则当月亮虽未到合朔度，而人眼就见它好像合朔了，在日食时，人

眼所见的食分，比实际的深。若在二至前、后到春、秋分，合朔又在午之前后而至卯、酉就逐渐地没有这种现象了。这种在不同的节气有不同的"视差"现象称为"南北差"，亦即唐穆宗时《宣明历》中的"气差"。用"盈缩差"和"距午定分"即能推算出来。这可能是中国所处地势的纬度差，是计算食甚时食分深浅的数据。

推算日食还需计及一个差称为"东西差"，即唐朝《宣明历》的"刻差"。黄、赤道交于二点：春分点，秋分点。近这两个点的黄道是东、西向。卯酉圈与地平圈也交于东西二点即十二辰之卯酉。若在春分合朔于卯，当人眼看见日食时，实际上并未食，是见食提早的差；在秋分时，合朔在酉，当人眼看见日食时，实际上已经日食有些时候了，是见食推迟的差。这种见食迟，早的差，在春、秋二分及卯酉为最大，二分和卯酉前后逐渐减少，至冬夏二至及午正而为零。实际上是二分圈距子午圈或卯酉距午正之差，与日出或日落的迟早有关，可能是中国所在地的"经度差"。计算见食迟、早或是否带食的数据，用食甚盈缩差，半岁周，距午定分……等数据和今有术（比例法）而求得。

用南北差和东西差的数值修正上面求得的"日食正交、中交限度"，可计算得日食正交或中交限度的精确值，称为"日食正交，中交定限度"。

推算日食，必须推算出月亮在太阳之南（阳历）或在太阳之北（阴历）距其一个交点多少度分，是否过了该交点。用上面已得的交定度与正交中交定限度比较，即可求得下面四种数据之一：（1）月未过正交点，在太阳北面距交点的度数，即"阴历交前度"。（2）月亮已过正交点，在太阳之南距交点的度数，即"阳历交后度"。（3）月亮未过中交点，在太阳的南面距交点的度数，即"阳历交前度"。（4）月亮已

过中交点，在太阳北面距交点的度数，即“阴历交后度”．

既然有阳历食限6度定法60和阴历食限8度定法80，及食在阳历或食在阴历的交前或交后度等数据。根据日食在阳历或阴历中之那一历，将食在该历的交前或交后度与该历食限比较，取定法为单位食分，即计算得食甚时的食分，称为“日食分秒”。

既求得食甚时以分数表示的时刻即“食甚定分”和食甚时的食分即“日食分秒”，可用几何方法和比例方法推算出日食时初亏与复圆的时刻各距食甚时刻的差，称为“定用分”．因食甚介乎初亏与复圆之间，各距食甚时刻相差不大，故有

（初亏定分）＝（食甚定分）－（定用分）

（复圆定分）＝（食甚定分）＋（定用分）

把定分化成辰刻，即得所求“日食三限辰刻”．

日食开始亏缺的方位角和复圆的方位角称为“日食起复方位”，依日食时月亮在太阳之南或在太阳之北来决定。若月亮在阳历，则从西南方向开始初亏，在正南方向食甚，在东南方向复圆。若月亮在阴历，则从西北向开始初亏，在正北向食甚，在东北向复圆，若食甚在八分以上或全食，不论月亮在太阳那一方，都是从正西开始初亏，在正东方向复圆。

日食在早晨日出之前初亏或在傍晚日落仍未复圆都叫做“带食”。从本历法的《冬夏二至后晨昏分立成》中查得晨分及昏分的数据即计算得日出分或日入分，若初亏或食甚分小于日出分就是早晨带食而出，若食甚复圆分大于日入分就是黄昏带食而落。把日出分、日入分和食甚分比较得“带食差”，用比例法即计算得日出前或日落后的食分，以全部食分减去它即得带食所见分数。

《授时历》的“交会推步术”在当时是很正确的，就是用它来推算今天的日食也只有两个小时左右的差。

清代对开普勒方程的研究

薄　树　人

一、椭圆面积定律的传入

清朝初年，中国天文学界接受了丹麦天文学家第谷的宇宙体系。这个体系是在明末由耶稣会士传入中国的。介绍这个体系的范本著作是明末的《崇祯历书》和它的清初删改本《西洋新法历书》，以及后来清康熙六十一年(公元1722年)整理新编的《历象考成》。由于罗马教廷的禁令、耶稣会组织的反动性质以及入华耶稣会士本人的阶级局限性，使这些唯一掌握着当时中西文化交流渠道的人长期未把哥白尼所开始的天文学革命真相传入我国。十七世纪初，德国天文学家开普勒发现了行星运动三定律，把哥白尼学说大大向前推进了一步，根本废除了繁复的圆周运动计算体系。明末清初来华的耶稣会士虽然明白开普勒学说的准确性，也带来了开普勒的著作，甚至在《崇祯历书》和《西洋新法历书》中也介绍了开普勒及其对火星运动的计算结果[1]，却在长时期内没向中国学者介绍开普勒的三定律。只是到了十八世纪，由于第谷体系在观测事实面前误差越来越显著，这时，耶稣会士才把开普勒的前两个定律加以改造后介绍到了中国。

那是在清朝雍正八年(1730)。钦天监的西洋监正日耳曼人戴进贤和监副葡萄牙人徐懋德提出，《历象考成》的结果

1) 耶稣会士仍然是以古典的小轮体系来介绍这些结果的。而开普勒本人却正是从火星的研究发现其第一、二两定律的。

已有误差。他们用新方法推算这年六月初一日（7月15日）日食，得食分为9分22秒，而按《历象考成》推，则为8分10秒，至期测验，果然，新法为准。于是，即由钦天监满监正明图上奏雍正帝，命戴、徐二人重修。戴进贤即推算了一份日躔表和月离表，附在清康熙末年所编的天文学著作《历象考成》的书后。该表既无理论阐述，也无用法说明，全监除了徐懋德之外，只有一个蒙古族的天文学家明安图能使用它们。这种情况是清政府所不能容忍的。乾隆二年（1737）协办吏部尚书顾琮奏请组织人员来增补图说，得到批准，修书人员除戴、徐和明安图及其他钦天监官员外，还有监外专家何国宗、梅瑴成等参加。乾隆七年（1742），书稿完成，共10卷。它与《历象考成》合成一帙，因称《历象考成后编》。

《历象考成后编》（以下简称"后编"）采用了法国天文学家卡西尼的数据，而其计算方法则使用了开普勒的第二定律。然而后编却不使用第一定律，或者说，使用的是颠倒的第一定律，即认为是太阳绕地球沿椭圆轨道运动，而地球在椭圆的一个焦点上。因此，后编使用的椭圆面积定律实际上和开普勒第二定律的物理本质是不同的。不过，从纯数学的角度来看，对于计算太阳视周年运动来说后编的处理却又是自然的。后编完全不谈行星运动问题，当是耶稣会士回避地心系和开普勒定律的根本性矛盾。对于封建王朝的天文机构钦天监来说，它的主要职责之一是计算气朔，安排历日，预报交食。至于行星运动的计算，到了清代，已居于次要地位。钦天监满足于第谷方法的精确程度，因而耶稣会士就更不会去自寻烦恼了。正是在这种特殊的历史条件下，才使这个地心的椭圆面积定律得以在十八世纪的中国流行。

二、后编对椭圆轨道运动的解算

椭圆面积定律既已传入中国，就有个数学解算问题。这个问题对于计算太阳视运动来说在地心系和日心系下形式是相通的。

设若太阳轨道的长半轴、偏心率为已知，则关于太阳运动的计算有两个方面。一方面是从实际观测到的太阳离开轨道近地点的角距离（称为真近点角，当时称为实行）算出太阳轨道向径所扫过的椭圆面积，由此算出按平均运动计算的所谓平均近点角（当时称为平行）。另一方面则是通过平均运动推求在给定时刻的太阳的观测位置。前一方面的问题后编称之为"以角求积"；后一方面的问题，后编给出三种解法，分别叫做"以积求角"、"借积求积"、"借角求角"等。

在介绍这些方法之前要说明一点。后编的阐述所使用的是中国古典数学著作习用的范例方法，即用一个具体的运算实例来介绍整个的计算步骤。这里我们为了读者的方便，而采用现代所习用的文字符号运算的办法予以介绍。

（1）以角求积

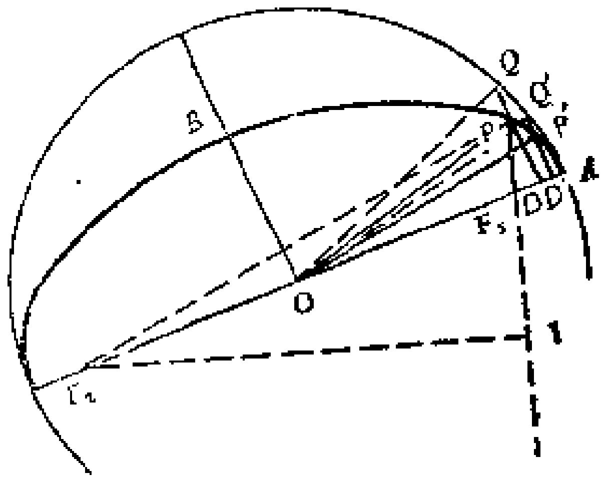


图 1

如右图，ABC为太阳椭圆轨道，O为中心，F_1,F_2为两个焦点，F_1为地球。轨道长半轴$OA=a$，偏心率e为已知，因而短半轴$OB=b$也为已知。太阳在P点，真近点角$\angle AF_1P=v$为已知，以弧度为单位。后编称之为"实行"，以角

度为单位，可写作v°，将PF_1延长至I，作$F_2I\perp PI$，则

$$F_2I=2ae\sin v,\quad F_1I=2ae\cos v$$

$$F_2P+IP=2a+F_1I,\quad F_2P-IP=\frac{F_2I^2}{F_2P+IP}=\frac{F_2I^2}{2a+F_1I}$$

$$F_2P=\frac{1}{2}\left[2a+F_1I+\frac{F_2I^2}{2a+F_1I}\right]$$

$$F_1P=2a-F_2P=\frac{1}{2}\left[2a-F_1I-\frac{F_2I^2}{2a+F_1I}\right]\qquad(1)$$

以O为圆心，a为半径，作椭圆ABC的大辅助圆。作$PD\perp OA$，交OA于D点．延长PD，交大辅助圆于Q．则$PD=FP\sin v$．

因为 $\frac{QD}{FD}=\frac{a}{b}$ $\qquad \sin\angle QOA=\frac{QD}{a}=\frac{PD}{b}$

由此，查正弦函数表，可求得$\angle QOA$。此角即现今一般天文学书上所谓的偏近点角E°。现今通常用弧度为单位，则可以写成E。$E=\frac{E^\circ\times\pi}{180^\circ}$.

$$\text{面积}\ QOA=\frac{1}{2}a\times\widehat{QA}=\frac{1}{2}a^2E$$

$$\text{面积}\ POA=\frac{b}{a}\times\text{面积}QOA$$

$$\triangle OPF_1=\frac{1}{2}OF_1\times PD=\frac{1}{2}ae\times PD$$

$$\text{面积}PF_1A=\text{面积}POA-\text{面积}OPF_1\qquad(2)$$

则后编认为和实行v相对应的平行度为 面积 $PF_1A\div\frac{\pi ab}{360}$.

再在椭圆周上求出一点P'，使面积$P'OA=$面积PF_1A。求出P'点在大辅助圆上的对应点Q'．则

$$\frac{\text{面积}Q'OA}{\text{面积}P'OA}=\frac{a}{b}$$

$$\text{面积}PF_1A=\text{面积}P'OA=\frac{b}{a}\times\text{面积}Q'OA.$$

若命$\angle Q'OA=M$，单位为弧度，则面积$Q'OA=\frac{M}{2}a^2$。

$$\therefore \text{面积} PF_1A=\frac{M}{2}a^2\times\frac{b}{a}=\frac{M}{2}ab \qquad (3)$$

按后编的算法，

$$\text{面积} PF_1A\div\frac{\pi ab}{360^\circ}=\frac{M}{2}ab\div\frac{\pi ab}{360^\circ}=\frac{M\times180^\circ}{\pi}$$

由此可知，后编所说的平行度就是现今通常所说的以角度为单位表出的平均近点角M°。

根据上述（1）式，不难证得

$$F_1P=\frac{a(1-e^2)}{1+e\cos v}$$

根据上述（2）式、（3）式，即可得到

$$\frac{M}{2}ab=\frac{E}{2}ab-\frac{ae}{2}.b\sin E$$

由此即得$M=E-e\sin E$。这就是开普勒方程。

（2）以积求角

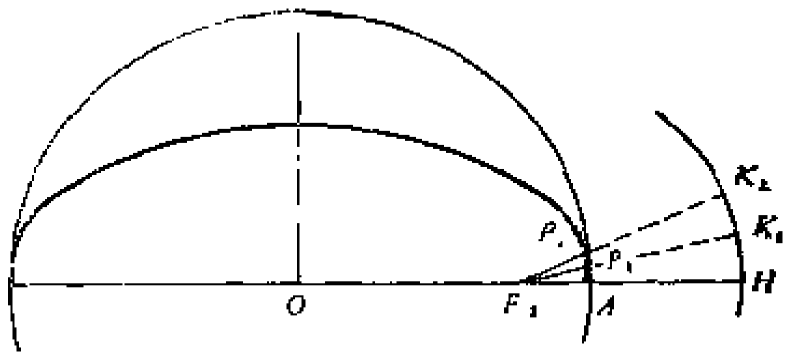


图 2

这是从平行求实行。在这个题目下后编计算的是从近地点起，平均近点角每过1°时的太阳真近点角。如图2，P_1为平均近点角1°时太阳的位置，求$\angle P_1F_1A=v_1^\circ$。（凡无特殊注明，则符号的意义均和前述相同。）

将F_1A延长至H，使$F_1H=\sqrt{ab}$。以F_1为圆心，F_1H为半径作圆。将F_1P_1延长，交该圆于K_1点。因为$\angle P_1F_1A$相当小，后编即认为椭圆面积P_1F_1A和扇形K_1F_1H为相似形。这样，就有比例式：

$$\text{面积}K_1F_1H:\text{面积}P_1F_1A=F_1H^2:F_1A^2 \qquad (4)$$

式中$F_1A=a(1-e)$，为已知。而根据上述以角求积算法知道，面积$P_1F_1A=\frac{M_1}{2}ab=\frac{M_1^\circ\times\pi}{2\times180^\circ}ab$，$M_1^\circ=1^\circ$，则

$$\text{面积}P_1F_1A=\frac{\pi ab}{360^\circ}，\text{面积}K_1F_1H=\frac{\pi ab}{360^\circ}\times ab/F_1A^2$$

又有面积$K_1F_1H=\frac{v_1}{2}ab=\frac{v_1^\circ\times\pi}{2\times180^\circ}\times ab$

因而

$$v_1^\circ=\text{面积}K_1F_1H/\frac{\pi ab}{360^\circ} \qquad (5)$$

再求$M_2^\circ=2^\circ$的情况下，v_2°的数值。

设若这时太阳位置在P_2，则可与上述方法相仿，延长P_2F_2，与HK_1圆交于K_2。这时，后编仍然认为，椭圆面积$P_2F_1P_1$和扇形$K_2F_1K_1$相似，即

$$\text{面积}K_2F_1K_1:\text{面积}P_2F_1P_1=F_1K_1^2:F_1P_1^2 \qquad (6)$$

式中$F_1K_1=F_1H=\sqrt{ab}$。F_1P_1则可从以角求积术中的算法求出面积$P_2F_1P_1=\frac{\pi ab}{360^\circ}$。面积$K_2F_1K_1=\frac{\pi ab}{360^\circ}\times ab/F_1P_1^2$。若命$\angle P_2F_1P_1=\Delta v_1^\circ$，则和（5）式相仿，有

$$\Delta v_1^\circ=\text{面积}K_2F_1K_1/\frac{\pi ab}{360^\circ}。$$

于是

$$v_2^\circ = v_1^\circ + \triangle v_1^\circ$$

对$M^\circ = 3^\circ$，4°，……的情况，可以逐次运用上述方法，求得相应的v°值。

上述方法自然是一种近似方法，因为（4），（6）等式都是近似式。实际上$F_1P_2 > F_1P_1 > F_1A$，只是在$\angle P_2F_1P_1$及$\angle P_1F_1A$等越小的情况下，误差越小而已。因此，后编指出，若不是逐度计算，而是逐分计算，就可得到更好的结果。但这种需要很多次运算步骤的方法在实践中是不可取的，于是后编提出了下面两种方法：

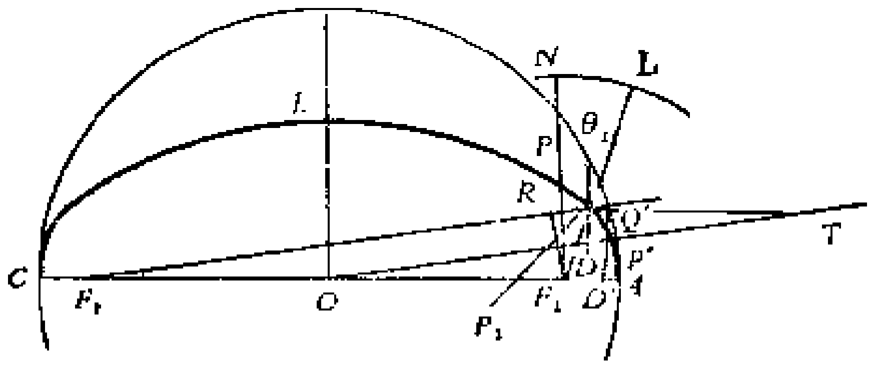


图 8

（3）借积求积

已知$\angle Q'OA = M$，求$\angle PF_1A = v$，使面积PF_1A = 面积$P'OA$。既然M已知，则面积$P'OA = \dfrac{M}{2}ab$。

$\mathrm{tg}\angle P'OA = \dfrac{b}{a}\mathrm{tg}M$，由此可解得$\angle P'OA$。作$F_2P_1 // OP'$，则$\angle P'F_2O = \angle P'OA$。作$F_1R \perp F_2P_1$，交$F_2P_1$于$R$。

$$F_1R = 2ae\sin\angle P_1F_2O, \qquad F_2R = 2ae\cos\angle P_1F_2O$$

$$F_1P_1 + P_1R = 2a - F_2R, \qquad F_1P_1 - P_1R = \frac{F_1R^2}{2a - F_2R}$$

$$F_1P_1=\frac{1}{2}\left[2a-F_2R+\frac{F_1R^2}{2a-F_2R}\right]$$

$$\sin\angle F_1P_1R=\frac{F_1R}{F_1P_1}$$

由此可解出$\angle F_1P_1R$。

$$\angle P_1F_1A=\angle F_1P_1R+\angle P_1F_2O$$

于是

$$P_1D_1=P_1F_1\sin\angle P_1F_1A,\ Q_1D_1=\frac{a}{b}P_1D_1,$$

$$\sin\angle Q_1OA=\frac{Q_1D_1}{a}$$

由此可解出$\angle Q_1OA$。若以弧度为单位，命为E_1。则

面积$Q_1OA\frac{E_1}{2}\times a^2$，　　面积$P_1OA\frac{E_1}{2}\times ab$

因而可得

面积P_1OP'=面积P_1OA-面积$P'OA$

又，过P_1作$P_1T /\!/ F_2O$，交OP'延长线于T。则

$$P_1T=F_2O=ae$$

$$\triangle P_1OT=\frac{1}{2}P_1D_1\times P_1T$$

面积$P_1P'T=\triangle P_1OT$-面积$P_1OP'=\triangle P_1OT$-面积P_1OA+面积$P'OA$　　(7)

设太阳应在P点，则

面积$PF_1P_1=P'P_1T$

当从(7)式算出的面积$P'P_1T>0$时，P点应在P'点之后，即

$$\angle PF_1A=\angle P'F_1A$$

这时有，面积PF_1A=面积$P'OA$。

将F_1P_1延长至L，F_1P延长到N、取$F_1L=F_1N=\sqrt{ab}$，

可以认为 $P_1F_1P \sim LF_1N$

$$\therefore 面积LF_1N = 面积P_1F_1P \times \frac{ab}{P_1F_1^2} = P'P_1T \cdot \frac{ab}{P_1F_1^2} \qquad (8)$$

又因为面积$LF_1N = \frac{ab}{2} \times \angle LF_1N$

$$\angle P_1F_1P = \angle LF_1N = \frac{2 \times 面积LF_1N}{ab}$$

$$= \frac{2 \times 面积P'P_1T}{P_1F_1^2}$$

于是

$$\angle PF_1A = \angle P_1F_1A + \angle P_1F_1P$$

以上的角度单位均为弧度。这里的解法也是近似的。因为P_1F_1P和LF_1N只是近似地相似。若面积$P'P_1T = 0$，则P点和P'点重合，$\angle PF_1A = \angle P'F_1A$。若面积$P'P_1T < 0$，则$P$点应在$P'$点之前，即$\angle PF_1A < \angle P'F_1A$，这时应有$\angle PF_1A = \angle P_1F_1A - \angle P_1F_1P$，而$\angle P_1F_1P$的计算法与上述相同。

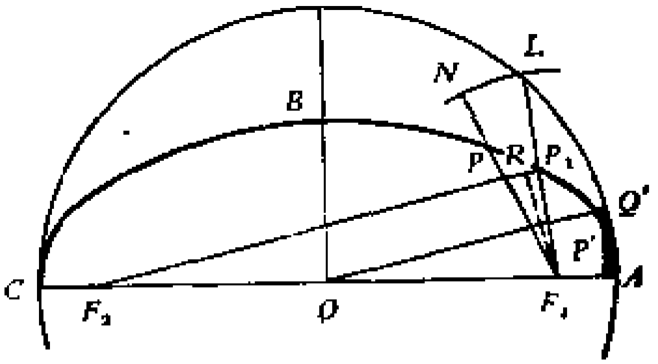


图 4

或者可以提出另一种算法，即作$F_2P_1 \parallel OQ'$，以P_1为太阳的近似位置。仍然像上法一样，作$F_1R \perp F_2P_1$。这时

$$F_1R = 2ae\sin\angle P_1F_2O = 2ae\sin M,$$

$$F_2R = 2ae\cos M$$

$$F_1P_1 + P_1R = 2a - F_2R, \quad F_1P_1 - P_1R = \frac{F_1R^2}{2a - F_2R}$$

$$F_1P_1=\frac{1}{2}\left[2a-F_2R+\frac{F_1R^2}{2a-F_2R}\right]$$

$$\sin\angle F_1P_1R=\frac{F_1R}{F_1P_1}，解得\angle F_1P_1R$$

$$\angle P_1F_1A=\angle P_1F_2O+\angle F_1P_1R=M+\angle F_1P_1R$$

用前述以角求积法，从$\angle P_1F_1A$可求得面积P_1F_1A。

设太阳的正确位置在P，则

$$面积P_1F_1P=面积P'OA-面积P_1F_1A \quad (9)$$

延长F_1P_1至L，F_1P至N，使$F_1L=F_1N=\sqrt{ab}$。可以认为有下列比例式：

$$\frac{F_1P_1^2}{F_1L^2}=\frac{面积P_1F_1P}{面积LF_1N}$$

$$面积LF_1N=面积P_1F_1P\times\frac{ab}{F_1P_1^2}$$

$$\angle LF_1N=\frac{2\times面积LF_1N}{ab},$$

其中$\angle LF_1N$单位为弧度，若要化成角度单位，则乘上$\frac{180°}{\pi}$即可。这时就可得到$\angle PF_1A=\angle P_1F_1A+\angle LF_1N$

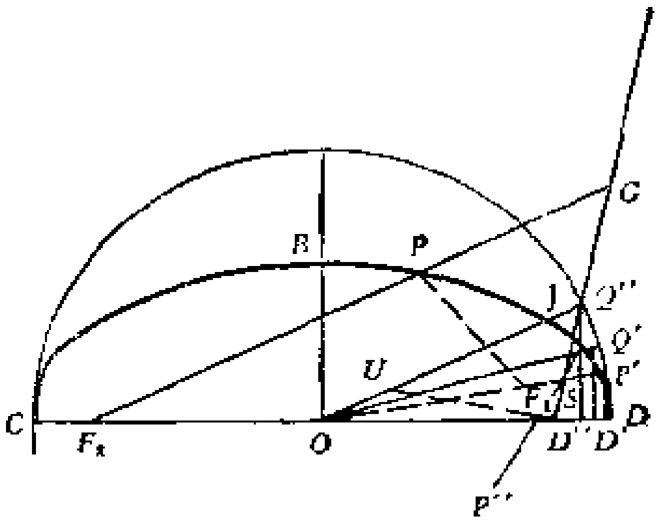


图 5

若从(9)式算出的面积P_1F_1P为负数，则P点应在不到P_1点的位置。

若直接从M求近似位置P_1，略为简单一些，其误差则是和前法一样。

(4)借弁求角

若$\angle Q'OA=M$，$Q'O$交椭圆于P''，作$P''D''\perp OA$，延长$P''D''$，交大辅助圆于Q''，作OQ''线。则

$$\frac{\operatorname{tg}\angle Q''OA}{\operatorname{tg}M}=\frac{a}{b}$$

由此可解出$\angle Q''OA$。过F_2点作$F_2P\parallel OQ''$。后编认为，这P点即太阳所在位置。

延长F_2P至G点，使$PG=F_1P$。联接F_1G，该直线过Q''点。在$\triangle GF_2F_1$中，$F_2G=2a$，$F_2F_1=2ae$，$\angle PF_2F_1=\angle Q''OA$。

由此可求得

$$\frac{1}{2}(\angle GF_1F_2+\angle F_2GF_1)=\frac{1}{2}(\pi-\angle PF_2F_1) \tag{10}$$

$$\begin{aligned}&\operatorname{tg}\frac{1}{2}(\angle GF_1F_2-\angle F_2GF_1)\\&=\frac{F_2G-F_2F_1}{F_2G+F_2F_1}\operatorname{tg}\frac{1}{2}(\angle GF_1F_2+\angle F_2GF_1)\\&=\frac{1-e}{1+e}\operatorname{tg}\frac{1}{2}(\pi-\angle PF_2F_1)\end{aligned}$$

由此可解出$\frac{1}{2}(\angle GF_1F_2-\angle F_2GF_1)$，进而求得$\angle F_2GF_1$。

$$\angle F_2PF_1=2\angle F_2GF_1$$
$$\angle PF_1A=\angle PF_2F_1+\angle F_2PF_1$$

这个方法步骤简单得多，但是误差较前述各法略大。后编详细介绍了关于这个方法的证明。若OO''交椭圆于J点，则

面积OJA = 面积F_1PA + 面积OF_1V

而面积OJA = 面积$OP'A$ + 面积OJP'

经过复杂的步骤可以证明

面积OJP' = 面积OF_1V

∴面积F_1PA = 面积$OP'A$

从上述简介可以看出，后编在从平行求实行时是用的直接的几何的方法。这些方法都包含着误差.从理论上说，在一般情况下这些误差都是无法经过一次修正就消除的。而在近代，则采用通过解开普勒方程，从M求出E，然后从公式$\cos v = \frac{\cos E - e}{1 - e\cos E}$或$\mathrm{tg}\frac{v}{2} = \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \times \mathrm{tg}\frac{E}{2}$求出$v$。这时，误差主要来自解开普勒方程这个超越方程的过程中.而从理论上说，这种误差是有办法可以降低到任意小的限度以下的。

三、后编之后的一个世纪

后编虽然用特例阐明了椭圆运动的解算方法，但正因是特例，所以从理论上看仍然是不够明晰的。这个缺陷直到半个世纪之后才由焦循加以补足。焦循于嘉庆元年（1796）著了一卷书叫《释椭》。书中他用具有一般性的公式性的语言介绍了后编解算椭圆运动所涉及的椭圆的若干性质及算法步骤。不过，《释椭》一书的着眼点是在对后编作讲解，而对椭圆运动解法本身并无新的创造（当然，其中个别运算步骤的改动还是有的，不过那是极少数，而且是次要的）。

大约在后编完成前后不久，有两架英国制造的太阳系仪送进了清宫。这些仪器使传教士颠倒开普勒定律的作法受到了一次冲击。乾隆二十五年（1760），法国耶稣会士蒋友仁第一次对哥白尼日心说和开普勒三定律作了正确的介绍。蒋

友仁把他的文字介绍和插图附在他献给乾隆皇帝的坤舆全图的四周。乾隆曾命两位有名的天文学家何国宗、钱大昕润色过这些说明文字。

然而，太阳系仪和坤舆全图都被锁在皇宫深院，它们所传达的科学思想未能和广大的中国学者见面。而个别有机会接触这些思想的人则由于种种复杂的原因而未能接受它们。其中如封建官僚阮元，他是出于封建保守思想，认为日心地动说违背了儒家经典，"离经畔道，不可为训"。多数人如钱大昕、李锐等是由于传教士在不长的时期内多次改变他们的宇宙理论，而越往后的理论却证明得越简单，这就使他们对这种种理论究竟是否反映了宇宙的实际本质感到了怀疑。他们认为小轮也好、椭圆也好、日心说也好、开普勒定律也好，都只是为了精确地描述天体的运动而作的一种设想，并不是宇宙的实际本质。因此，虽然后来钱大昕曾把他的润色稿以《地球图说》的名称付印出版，却不曾使人们去肯定和接受开普勒的三定律。当然，事情也还有另外一方面的复杂性。因为第谷体系是在康熙御制的《历象考成》中被采用的，而地心的椭圆面积定律又是在乾隆御制的《历象考成后编》中被采用。这两部计算系统不同的书又被御定合在一帙，一起发行。也就是说，两种不同的系统同时得到了封建王朝的承认。在文字惨狱压抑着广大知识分子的时代，根本不可能有谁会为与人间事无关的天体运动系统去明辨是非，来否定二个御定系统中的任何一个。更不用说把两个系统都加否定了！反之，人们倒是从两种系统的矛盾中会得出它们都是数学的假想这个自然的结论，以适应必须让它们同时并存这个现实。要是再来另一个根本不同的系统，却又没有明显的物理证据，那就只有更加深人们的这种见解。没有思想上的大变动，没有科学规律更明显、更深入的揭示，人们是

无法考虑和封建统治者意志相违背的科学理论的。

四、徐有壬的《椭圆正术》

思想上的大变动发生在1840年鸦片战争之后。民族的危机促使先进的中国人开始了向西方学习的运动。从天文学上来说，这个学习运动中第一个重要的结果是1859李善兰对《谈天》一书的翻译。而在此之前一股清新的学风即已开始兴起。人们已经敢于实事求是地面对自然科学的真理。徐有壬的《椭圆正术》虽然只是谈了一个很局部的问题，说不上是什么重大的著作。但他敢于对御制的后编提出批评，并发表他自己所认为的比后编高明的方法。他说："新法盈缩迟疾皆以椭圆立算，而取径迂回，布算繁重，且皆系借算，非正术也。兹编法归简易，得数较密，于用对数为尤便。"（《椭圆正术》）把御制的方法称为"非正术"，而把自己的书标榜为"正术"，像这样的口气，在乾嘉时代是不可能有的。《椭圆正术》的发表反映了时代和学术风气的巨大变化。

《椭圆正术》中讲了日躔和月离两个问题。对于椭圆运动本身来讲，日躔算法是基本的。因此，这里就只讲这个问题。这个问题徐有壬给出了以角求积和以积求角两术。每术又给出一种比例算法和由此引申的一种对数算法。下面我们介绍这两术的比例算法。

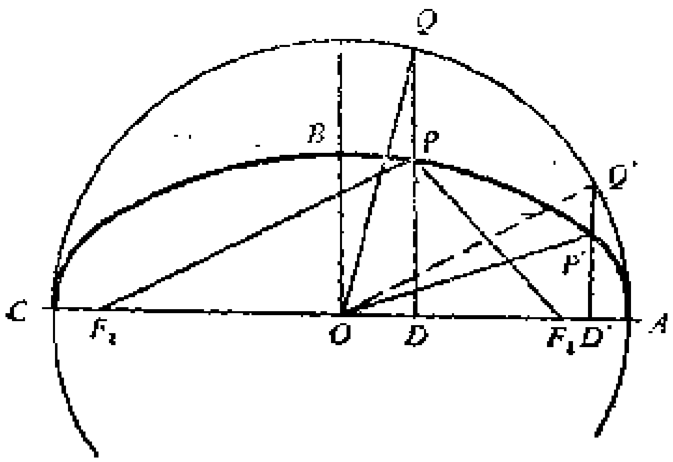


图 6

（1）以角求积

设太阳在ABC椭

圆轨道上位于P点，$\angle PF_1A=v_1$为已知（以角度为单位，以下凡角均以角度为单位），求面积PF_1A，以求太阳平均近点角（或平行度）M。

设$\angle PF_2A=v_2$，则徐有壬认为有[1]

$$\frac{a+ae}{a-ae}=\frac{\mathrm{tg}\frac{1}{2}v_1}{\mathrm{tg}\frac{1}{2}v_2} \tag{11}$$

由此可求得$\frac{1}{2}v_2$，进而得$\frac{1}{2}\angle F_1PF_2=\frac{1}{2}(v_1-v_2)$。

第二步，命$\angle QOA=E°$。徐有壬给出公式[2]：

$$\frac{ae}{b}=\frac{\mathrm{tg}\frac{1}{2}\angle F_1PF_2}{\sin E} \tag{12}$$

由此可求得E。

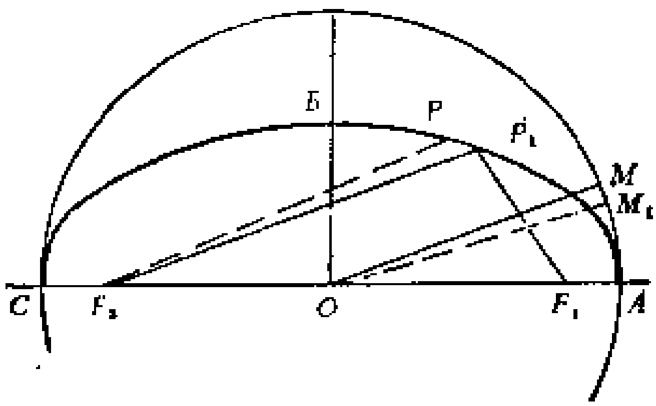


图 7

1）（11）式的正确性是容易说明的。根据椭圆的几何性质，v_1和v_2两角的角平分线交于一点，这点正落在过A点垂直OA的线，即椭圆的切线上。因此，（11）式是自然的。

2）（12）式可如下证明，根据平面三角形求面积的公式可得

$$\triangle F_1PF_2=(a+ae)(a-ae)\ \mathrm{tg}\frac{1}{2}\angle F_1PF_2=b^2\mathrm{tg}\frac{1}{2}\angle F_1PF_2 \tag{A}$$

又，$$\triangle F_1PF_2=\frac{1}{2}PD\times F_2F_1=\frac{1}{2}b\sin E\times 2ae=bae\sin E \tag{B}$$

命（A）、（B）两式右边相等，即得（12）式。

第三步，给出比例式

$$\frac{a}{\sin E}=\frac{ae\times\frac{180^\circ}{\pi}}{E-M} \tag{13}$$

由此得到

$$M = E-e\times\frac{180^\circ}{\pi}\sin E \tag{14}$$

这就是以角度单位表出的开普勒方程。以上(11)，(12)，(13)诸式之证明此处从略。

（2）以积求角

已知平行度$M=\angle MOA$，求实行角度v。

过F_2作$F_2P_1 /\!/ OM$，与椭圆交于P_1点.徐有壬取P_1点为一次近似解，名$\angle P_1F_1A=v_1$为借角。根据和“以角求积”术中的(11)式相似的方法，可以求得v_1角，并进而求得相对应的平行度M_1。求出积较$\triangle M=M-M_1$。在$\triangle F_2P_1F_1$中，按正弦定理可得

$$\sin\angle F_2P_1F_1/\sin M = 2ae/F_1P_1 \tag{15}$$

由此可求得F_1P_1，称为借边。

命$\triangle v=v-v_1$，称为角较度。徐有壬认为有[1)]

$$F_1P_1{}^2/ab=\triangle M/\triangle v \tag{16}$$

徐有壬的两术的确都较后编的方法简单。其中一个重要

---

1) (16)式是个近似式。它的成立可以证明如下：

$$\frac{面积MOA}{面积PF_1A}=\frac{a}{b}=\frac{面积M_1OA}{面积P_1F_1A},$$

$$\frac{面积MOA-面积M_1OA}{面积PF_1A-面积P_1F_1A}=\frac{a}{b}=\frac{面积MOM_1}{面积PF_1P_1}$$

$$面积MOM_1=\frac{1}{2}\triangle M\times\frac{\pi}{180^\circ}\times a^2,$$

$$面积PF_1P_1\approx\frac{1}{2}\triangle v\times\frac{\pi}{180^\circ}\times P_1F_1^2, \tag{17}$$

$$由是，\frac{\triangle M\times a^2}{\triangle v\times P_1F_1{}^2}=\frac{a}{b}，\therefore\ \frac{\triangle M}{\triangle v}=\frac{P_1F_1{}^2}{ab}$$

(16)式的近似性来自(17)式的近似性。

原因是他使用了公式$\frac{a+ae}{a-ae}=\frac{\mathrm{tg}\frac{1}{2}\angle PF_1A}{\mathrm{tg}\frac{1}{2}\angle PF_2A}$，从而可以减省后编中使用的求较角（徐有壬术语）$\angle F_1PF_2$的一大段步骤。徐有壬的以积求角术和后编借积求积术的第二术一样，以$\angle P_1F_2A=M$为第一次近似。但按徐有壬的方法可以多次重复，从而求得任意精度的v值，这是它的进步之处。

五、李善兰的工作

李善兰是把近代天文学和近代数学介绍到中国的重要人物之一。他和徐有壬有频繁的学术交往。当他看到徐有壬的《椭圆正术》之后，认为徐法"简而密，尤便对数，驾过西人远矣"（《椭圆正术解》）.鉴于徐法叙述比较简单，有些步骤运用了一些数学定理，一般学者难以一下子领悟。因此他作了一部《椭圆正术解》二卷。从该书卷首所说"客窗多暇，辄逐术为补图详解之"的话来看，大约是在他于1852年去上海以后甚或在他1860年到徐有壬的江苏巡抚衙中作幕府时所作的。因为是解，所以从方法上来说并不着重改进。提出改进的是在他自己的一篇著作中.这篇著作叫《椭圆新术》.看来它是在完成了《椭圆正术解》之后的作品。两书的叙述形式完全一样。《椭圆新术》这篇著作也只讲了两术，并且采用求比例的方法。

（1）以角求积

李善兰引进了平圆面积角$\angle AF_1Q$的量。

第一步是从比例式$\frac{\mathrm{tg}\angle AF_1Q}{\mathrm{tg}v}=\frac{a}{b}$求出$\angle AF_1Q$。

第二步，他名$\angle OQF_1$为较角。在三角形OQF_1中有比

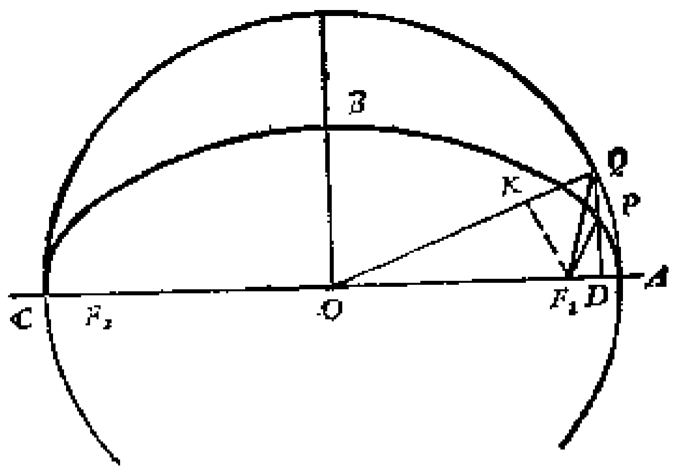


图 8

例式。

$$\frac{\sin\angle OQF_1}{\sin\angle AF_1Q}=\frac{ae}{a}$$

由此可求出$\angle OQF_1$。则$E=\angle AF_1Q-\angle OQF_1$。

第三步，求（$E-M$），李善兰名之为积差。有比例式[1]

$$\frac{a(E-M)}{a\sin E}=\frac{ae}{a} \qquad (18)$$

由上式算出的（$E-M$）为弧度单位表示的量。将它化成角度单位，只须乘上因子$\frac{180^\circ}{\pi}$即可。于是，

$$M=E-e\sin E,\ 或M^\circ=E^\circ-e^\circ\sin E^\circ$$

1） （18）式的证明如下：

面积$AF_1P=\frac{M}{2}ab$， 面积$AF_1Q=\frac{M}{2}a^2$，

面积$AOQ=\frac{E}{2}a^2$

$$\triangle F_1OQ=面积AOQ-面积AF_1Q=\frac{a^2}{2}(E-M)$$

$$\triangle F_1OQ=\frac{1}{2}QD\times OF_1=\frac{1}{2}a\sin E\times ae=\frac{1}{2}ae\times a\sin E$$

因此$\frac{a^2}{2}(E-M)=\frac{1}{2}ae\times a\sin E$，即可求得(18)。

这个方法由于省去了一套求半角的步骤，因而比徐有壬的方法更简便些。

（2）以积求角

李善兰完全采用级数展开的方式从M求得E。

第一步，设对应于角M和E的大辅助圆上的弧长为M_s和E_s，$M_s=aM$，$E_s=aE$，则开普勒方程可改写为

$$M_s=E_s-ae\sin\frac{E_s}{a} \tag{19}$$

李善兰使用级数展开方法（我们略去了他的推导过程）得到下列结果：

$$\begin{aligned}E_s=M_s&+\left(\frac{c}{a}+\frac{c^2}{a^2}+\frac{c^3}{a^3}+\frac{c^4}{a^4}+\cdots\cdots\right)M_s\\&-\left(\frac{c}{a^3}+\frac{4c^2}{a^4}+\frac{10c^3}{a^5}+\frac{20c^4}{a^6}+\cdots\cdots\right)\frac{M_s^3}{3!}\\&+\left(\frac{c}{a^5}+\frac{16c^2}{a^6}+\frac{91c^3}{a^7}+\frac{336c^4}{a^8}+\cdots\cdots\right)\frac{M_s^5}{5!}\\&-\left(\frac{c}{a^7}+\frac{64c^2}{a^8}+\frac{820c^3}{a^9}+\frac{5440c^4}{a^{10}}+\cdots\cdots\right)\frac{M_s^7}{7!}\\&+\cdots\cdots\end{aligned} \tag{20}$$

由Es自然很容易就可求得E。上式中的$c=ae$。

第二步，根据比例式$\frac{a}{b}=\frac{DQ}{DP}=\frac{a\sin E}{DP}$求出$DP$，李善兰称之为椭圆正弦。

第三步，求$DF_1=a-(ae+DA)$，其中$DA=\text{vers}E$。

第四步，$\frac{DF_1}{DP}=\frac{a}{a\text{tg}v}$，即 $\text{tg}v=DP/DF_1$。由此可求得V。

李善兰首次在我国用无穷级数的办法来解开普勒方程。十八世纪初法国耶稣会士杜德美曾传入了“圆径求周”及“弧求弦、矢”三个级数展开式，但未传入图说证明。经清代

数学家明安图、董祐诚、项名达等人的努力，对三角函数的幂级数展开式作出了深入的和相当严谨的研究。李善兰在前人工作的基础上，对函数的级数展开又有许多创造性的研究。对于开普勒方程这个含有三角函数的超越方程式而言，采用级数展开法求解，是近代天体力学、轨道计算中常用的方法。李善兰的工作比起欧洲虽然晚了一百多年，但却是经过他独立钻研而得到的。他在后来的《椭圆拾遗》中又给出了其他幂级数展开解法。他的独创精神是应该肯定的。

李善兰的研究也还有缺点。他在解出E后，仍然采用比较多的步骤才能求得实行度V。因此，可以这样说，直到他那个时候，清代学者尚还不知道下列公式：

$$\mathrm{tg}v=\sqrt{\frac{1+e}{1-e}}\quad \mathrm{tg}\frac{E}{2}$$

但是，这个情况反过来也证明了，清代学者对椭圆运动解法的研究完全是自己独立地进行的。他们在艰难的条件下取得了虽然缓慢但却是明显的进展。这从一个侧面又一次表明了清代的天文学家是有能力的。他们的相对落后是由于封建制度的落后、封建统治者的反动政策和耶稣会垄断了中西文化交流渠道的缘故。

《周礼》二十八星辨

王健民

《周礼》是一部战国时代的作品，它的内容是记载周代的礼制。《周礼》中有《冬官·考工记》一节，一般都认为这一节是汉代人增补的，因为原本《周礼》中的《冬官》一节，流传到汉时已佚失了，所以汉时就以《考工记》来补《冬官》之缺。这一节虽是汉代人所补，但从《考工记》所记的内容看，仍是先秦的作品，当然在个别之处也掺杂进了一些汉时的制度。

在《周礼》这部书中，有三处地方提到了所谓"二十八星"。一些学者在研究中国古代天文学发展史中探讨二十八宿起源问题时，《周礼》二十八星的记载被认为是二十八宿出现最早的文字记载[1]。但是《周礼》中只是提到二十八星，而没有具体列举二十八星的名称，因此，把它当作就是二十八宿的记载，这个问题还是值得商榷的，本文就是探讨《周礼》中所记的二十八星究竟指的是什么！为了下文讨论的方便，把《周礼·考工记》中有关二十八星的记载，例举如下：

（1）《春官·冯相氏》："掌十有二岁，十有二月，十有二辰，十日，二十有八星之位，辨其叙事，以会天位，冬夏致日，春秋致月，以辨四时之叙。"

（2）《秋官·哲蔟氏》："掌覆夭鸟之巢，以方书十日之号，十有二辰之号，十有二月之号，十有二岁之号，二十有八星之号，悬其巢上，则去之。"

（8）《冬官·考工记》："辀人为辀……轸之方也，以象地也，盖之圜也，以象天也，轮辐三十，以象日、月也，盖弓二十有八，以象星也。"

在这些记载中，都没有列出二十八星的具体名称，由于它们是二十八这个数，而且"盖弓二十有八，以象星也"的描述，与后来盖图（古代的一种圆形平面星图）中所绘的二十八根通过二十八宿距星的赤经线很相似，所以过去的一些注释家们就把二十八星注成二十八宿了。

值得注意的是，在《周礼·考工记》"盖弓二十有八，以象星也"的这段文字之下，紧接着还有一段话：

"龙旂九斿，以象大火也；鸟旟七斿，以象鹑火也，熊旗六斿，以象伐也；龟蛇四斿，以象营室也，弧旌枉矢，以象弧也。"

这些旌旗上的斿数和它们所象征的星座中的星数是相对应的，斿数的总和与星数的总和也都正好是二十八。这样一来，《周礼》中的二十八星，究竟是指二十八宿呢，还是指上述的大火、鹑火、伐、营室、弧所包含的二十八颗星呢？这就值得考虑了。下面我们对《考工记》中的这段记载，再作一些具体的分析和讨论。

根据《周礼·春官·司常》的记载，古代的旌旗共分九个等级，即所谓："王建大常，诸侯建旂，孤卿建旜，大夫士建物，师都建旗，州里建旟，县鄙建旐，道车载旞，斿车载旌。"这九个等级的旗帜，它们的大小尺寸，所用质料，以及上面所绘的图案和装饰等，都各自有特殊的标识。就以上文所记的斿数来讲，最高等级的大常，是周王所用，上面绘日、月、星辰，斿数是十二。次一等级的是旂，上绘交龙，斿数是九，由于绘有交龙，所以也称龙旂，是诸侯所用。按等级往下排，旟上绘鸟隼，所以也称鸟旟，斿数是

七。旗上绘熊、虎，所以也称熊旗，斿数是六。旐上绘龟蛇，所以有“龟蛇为旐”之称，斿数是四。旌上以五采析羽装饰，上绘弓、矢。其斿数古籍中没有具体记载，但从九旗的等级排比下来，它属最后的一等，应该只有二斿。这样《考工记》中，象徵星象的五种旗帜：龙旂，鸟旟，熊旗，旐和旌，它们的斿数总和正是二十八条。

再来看它们所象徵的星象中的星数：

“龙旂九斿，以象大火”，东汉末的郑玄注释为“大火，苍龙之心，其宿有尾，尾九星”.认为龙旂九斿是象徵大火次的尾宿九星，这可备一说。但是从《左传》襄公九年的记载“晋士弱曰：古之火正，或食于心，或食于咮，以出内火，是故咮为鹑火，心为大火”来看，说明在古代大火是专指心宿的。后来大火扩展为指房、心。如《左传》昭公十七年记载：“冬，有星孛于大辰，……鲁梓慎曰：……若火作，其四国当之，在宋、卫、陈、郑乎。宋，大辰之虚也。陈，大皞之虚也。郑，祝融之虚也，皆火、房也。”大火次古代也称大辰，所以这星火、房就是指的大火。司马迁所著《史记·天官书》中也称：“东宫苍龙，房、心。”把龙与房、心相配，与《考工记》中龙旂与大火相配是一致的。房宿四星加钩、钤二星共六颗星（钩、钤两星，古代一直算在房宿之内，不单独成为一个星宫）。心宿三颗星，房、心两宿加在一起，共有九颗星，因此，“龙旂九斿，以象大火”之说，就是龙旂象徵房、心两宿。

“鸟旟七斿，以象鹑火也”，郑玄注释为“鹑火，朱鸟宿之柳，其宿有星，星七星”。从上文中所引《左传》晋士弱的话“咮为鹑火”来看，鹑火应是指咮，咮在古代又称注或鸟，即是柳宿，柳宿有八星。但是古代朱鸟有时也不全是以柳宿为对应的，例如在《史记·天官书》中，谓“南宫朱

鸟，权、衡。”就是以权、衡与朱鸟对应。权指轩辕大星（α Leo）等，衡指太微垣，包括的星数较多，但权的位置和鹑火之次的位置对应。又如《尚书·尧典》中的四仲中星的记载“日中星鸟，以殷仲春”，根据竺可桢先生的推算[2]，此处之鸟，应当是指星宿的七星。因此，郑玄注中把鹑火与七星相对应是可信的。这样，“鸟旟七斿，以象鹑火”也是对应的七颗星。

“熊旗六斿，以象伐也”，郑玄注释为“伐属白虎，与参连体而六星”。古代伐三星竖列，参三星横排，由于位置靠近，所以参伐都是连用的，在《史记·天官书》中记为“参为白虎”，把参、伐六星扩展为包括外四星及觜宿三星在内，形象地绘出一幅具有左、右肩股（外四星）及虎首（觜宿三星）的白虎形象来。由于熊旗上绘的是熊和虎，所以有所谓“熊、虎为旗”之称。因此以虎的形象代熊也是一样的。“熊旗六斿，以象伐也”即是指象征参、伐六星，星数与斿数也正好是对应的。

“龟蛇四斿，以象营室”，郑玄注释为“营室玄武宿，与东壁连体而四星”。这个注是正确的，古代营室也称“定”，《诗经·鄘风》有“定之方中，作于楚宫”，其中之“定”就是指包括东壁在内的营室四星。后来二十八宿建立起来之后，才把东壁二星从古代的营室四星中分立出来，单成一宿。不久前湖北省随县出土了一件上面绘有二十八宿名称的箱子盖，其中把营室称为西营，东壁称为东营，这就证明了古代营室的确是室、壁合在一起的四星[3]。古代营室还称“水”星，《国语》中所谓“水见而毕赋”也是指的营室四星。而《史记·天官书》中则以北宫玄武与虚、危相对应，这点与龟、蛇以象营室有差别。

“弧旌枉矢，以象弧也”，郑玄的注中没有具体说明是

指何星，唐代孔颖达的《礼记疏》中的注，则为“以象弧也者，象天上弧星，弧星则矢星也”。《史记·天官书》中记“狼（天狼星）……下有四星曰弧，直狼”。又有“天厕下一星曰天矢，矢黄则吉”。天矢一星在后代的天文图籍中也称“屎星”，而且它与弧星相距也较远，古代“矢”与“屎”相通，可以借用，因此天矢中的矢，其意应是“屎”，因为它位于“天厕”星之下，并非弧矢中的矢。此处的矢，其意应是“箭矢”。而弧星在《史记·天官书》中是四颗星，到更后的天文图籍中也演变成弧矢九星了。这些星官中的星数，随着时代的变迁，数目也是有变化的，而在更早的时代，很可能只是两颗星，指的是后代弧矢九星中的较亮的两颗，如δCMa及εCMa。也就是“弧旌枉矢，以象弧也”中的两颗星。

从对《考工记》中的这段记载的分析，可以具体的定出二十八颗星来，而这二十八颗星并不是二十八宿，所以《周礼》中所提到的二十八星，不能简单的说成是二十八宿出现的最早文字记载。

从包含二十八星的这几个星宿来看，这些星宿一般都是出现在我国古代较早的文献之中的。如《尚书》、《诗经》、《夏小正》等等。这些星宿也正是我国古代传统的观象授时中主要的标志星。正因为它们在观象授时中的重要地位，所以二十八星与十日、十二辰、十二岁、十二月这些定时间与季节的内容，都属冯相氏掌管，冯相氏的职责，就是专管历法，授时等的官员。

二十八星与二十八宿虽然不是一回事，但它们之间还是有密切的关系的。

二十八宿分成四组，每组七宿，称作四象（也称四陆），即所谓东方苍龙七宿，对应角、亢、氐、房、心、尾、箕等

宿；北方玄武（即龟蛇）七宿，对应斗、牛、女、虚、危、营室、壁等宿；西方白虎七宿，对应奎、娄、胃、昴、毕、觜、参等宿；南方朱雀七宿，对应井、鬼、柳、星、张、翼，轸等宿。四象所对应的龙、雀、虎、龟蛇等，就是从二十八星的象徵中所承袭来的，把它们原来只对应一宿或二宿，加以扩展，平均分配于二十八宿之中。搞清这种关系之后，对二十八宿起源问题的探讨，也是有益的。

另外，二十八宿为什么取二十八这个数字的问题，过去的研究者总是把它和月亮的运行周期联系起来，因为朔望月的周期是29.53天，而恒星月的周期是27.3天，与二十八这个数很相近。这种提法也还存在许多矛盾。例如二十八宿即使与月行密切相关的，月亮每天在天空中运行的速度大致是均匀的，即每天移动13度多点，但是二十八宿在天空中的分部却是不均匀的，例如，最大的一宿井（也称东井），所跨的天区达33度，而最小的一宿觜，只有2度，这就很难解释。此外，如果是与恒星月的周期相关，则应取二十七这个数更合理，如果是与朔望月周期有关，则应取二十九或三十更合理，都不应是二十八这个数。上面引《周礼·考工记》的文中，有“轮辐三十，以象日、月也”就正是用三十这个数来象征日、月在天空中周而复始，轮转不息的。可以看到我国古代对月行周期习惯是用三十这个数来象征，而不是二十八。因此二十八宿这个数的来历，很可能应是沿袭二十八星的这个数字，因为二十八宿就是建立在四象的基础上的，而四象则与二十八星有关。在建立二十八宿体系之时，袭用以前的数字这一习惯，在中国古代是屡见不鲜的事，因为附会一个古代习用的数字，往往比重新创造一个数字显得更有说服力。

关于二十八宿的起源问题，目前还未完全弄清楚，一般认为它应在周初到春秋这段时间之间，而二十八星的时代则

应比二十八宿建立更早。从文献记载来看也确实如此，例如在《诗经》中，就有不少与二十八星有关的记载。《诗·周颂·载见》篇中有“龙旂阳阳，和铃央央”之句；《诗·鄘风·干旄》篇中有“孑孑干旟，在浚之都，……孑孑干旌，在浚之城，……”；《诗·小雅·出车》篇中有“设此旐矣，建彼旄矣，彼旟旐斯，胡不旆旆。……出车彭彭，旂旐央央”[3]。这些诗中都提到了与二十八星有关的旗帜名称，而从“龙旂阳阳”及《诗·小雅·六月》中的“织文鸟章，白旆央央”等来看，这些旗帜上确是画了龙、鸟等象征二十八星形象的标志的。

参考文献

〔1〕钱宝琮："二十八宿之来历"，《思想与时代》43期，1947年。

〔2〕竺可桢："论以岁差定尚书尧典四仲中星之年代"，《科学》11卷12期，1926年。

〔3〕王健民，梁柱，王胜利："随县曾侯乙墓出土的二十八宿青龙白虎图象"，《文物》，第7期，1979年。

岁差在我国的发现、测定和历代冬至日所在的考证

李鉴澄

本文把我国古代流传下来的冬至日所在恒星位置的纪录用现代理论逐条验算，作细致的比对。为此，首先需要叙述一下我国岁差的发现及其测定法。

一、岁差在我国的发现

主要由于太阳和月亮对于非正球体的地球的摄动，产生黄道和赤道两交点在恒星间缓慢地向西移动，这“二分点的退行”叫做岁差。设以1900年为标准，历经100回归年春分点西移的黄经为5025″·64（=1°·396）[1]。这小小的差值，就是我国古代杰出的天文数学家祖冲之所称的“岁岁微差”。假如历经年代稍久，微小的差值积累起来就很明显了。春秋时期冬至日的太阳位置在“牵牛之初”[2]，战国时期冬至日的太阳位置已移入斗宿了[3]，及至西汉冬至日太阳位置为“斗22度无余分”[4]。从许多古代观测纪录中，古人了解到冬至点在星空间的位置不是固定，而是逐渐向西移动的。这些古老的记录为古人发现岁差理论提供了最有力的证据。

东晋虞喜据尧时冬至日短星昴，尧距晋二千七百余年而中星移至东壁，因而知道每岁渐差[5]，并测得每隔50年西

退一度。他充分了解古代天周的度数与岁周的日数都是$365\frac{1}{4}$，而天周余分常感不足，岁周余分又感太多。因此虞喜减少岁周余分数值，增加到天周余分上去，“使天为天，岁为岁。”公元四至五世纪何承天、祖冲之都建立了测算岁差的方法。

约公元前125年，希腊天文学家依巴谷测量恒星的位置，制作星表，发现恒星的经度与前人所测有显著的变化。室女座α星的黄经在150年之间增加了两度。经过仔细的分析，依巴谷发现恒星黄经增加的原因，是由于春分点沿着黄道逐渐向西退行的缘故。虞喜发现岁差在依巴谷之后约五个世纪，但是，他们是从截然不同的观测和方法，各自独立发现的。

二、岁差的测定

冬至为古代历法的基本点，因此冬至点在二十八宿中的位置，许多天文历法家曾做过详尽而仔细的观测。由于太阳光耀夺目，不能直接观测它在恒星间的位置。我国古代曾用多种多样的间接方法来测定它的位置，从而制订了岁差的数值。现把测定方法，列举于下：

（1） 昏旦中星法：《书经·尧典》说：“……日永星火，以正仲夏，宵中星虚，以殷仲秋……”何承天测得：季夏之月，黄昏时火中，季秋之月，黄昏时虚中。从尧至刘宋相隔二千七百余年，中星所差二十七、八度，因知每岁渐差之数，约经100年冬至点在黄道上西移一度。并推测尧时冬至日的太阳位置在须女十度左右[6]。

（2） 夜半中星法：于夜半测定一组中星，从这组中星逆推天球上赤经或黄经相差$182^5/_8$度处，便是太阳的位置。

这种观测法较昏旦中星法简便易行。《吕氏春秋》不仅记录了测定的十二个月的昏旦中星，还记录了用夜半中星法测定的十二个月太阳在恒星间的位置。它说：

"孟春之月，日在营室，……
仲春之月，日在奎，……
季春之月，日在胃，……
孟夏之月，日在毕，……
仲夏之月，日在东井，……
季夏之月，日在柳，……
孟秋之月，日在翼，……
仲秋之月，日在角，……
季秋之月，日在房，……
孟冬之月，日在尾，……
仲冬之月，日在斗，……
季冬之月，日在婺女，……"

关于用夜半中星法测定太阳的入宿度，南北朝梁武帝大同九年（公元543年）虞劇等曾有准确的估计，指出："……然日之所在难知，验以中星，则漏刻不定。……今候夜半中星，以求日冲，近于得密。而水有清浊，壶有增减，或积塵所拥，故漏有迟疾。臣等频夜候中星，而前后相差或至三度。大略冬至远不过十四度，近不出十度。"[7]可见当时虞劇等用夜半中星测定冬至点的误差有三度之多。

夜半中星观测法，必须具备准确可靠的计时仪器。近数年来出土的西汉漏壶[8]，都只有一只壶，精确度必然是低的，上溯汉代以前，误差谅必更大。假如时刻稍有误差，直接影响到太阳的真实位置。因此后来的天文学家新创与漏刻无关的观测法。

（3） 金星借日出没法：从地球看金星与太阳的角距离

可大到48°。一般，金星在太阳西下以后才下落，或早晨在太阳东升以前就出来，这其间的时间差可能达到三小时以上。古人有充分的机会在日没后的黑夜西天上，也可以在日出前的东方夜空中看见并测定金星在恒星间的位置和太阳距度。金星与太阳的角距离不难用浑仪来测定，从而比较容易测得冬至日太阳在恒星间的位置。宋代纪元历的作者姚舜辅首先利用金星借日出没法来测定“日躔”[9]。这种测定方法实际上不限于金星，古人也有采用木星或月亮的。

（4） 月食法：后秦姜岌利用月食的机会精确地测得月亮在恒星间的位置，从而推得月亮所冲之宿，为日所在之度[10]。他用月食法测得的太阳位置较昏旦、夜半中星法、金星借日出没法更准确可靠。后世的天文历法家如何承天、祖冲之、郭守敬等都采用此法，获得较好的成果。景初历冬至太阳在斗21度少，显系抄自汉历。姜岌指出：“景初斗分虽在粗细之中，而日之所在乃差四度，日月亏损，皆不及其次。假使日在东井而食，以月验之，乃在参六度，差违乃尔。”[11]元嘉二十年何承天上表曰：“……臣以月食检之，则景初今之冬至，应在斗十七。”[12]理论计算值，景初元年（公元237年）冬至点在斗16.3度。由此观之，姜岌和何承天的测算与实际天象是符合的。

三、历代冬至日所在位置的理论计算和它的考证

我们的祖先勤于观测，虽只凭肉眼，测得的结果精确度至为惊人。现把历代冬至日所在恒星间位置的记录与理论计算值汇列一表，以便互相参证。

表1　历代冬至日所在的记录与理论计算比较表

历代冬至日所在的观测记录				理论计算冬至点的入宿度		
年　代	冬至日所在	资料来源	备　注	公元年代	计算值	观测值－计算值
尧	须女10度左右	《宋书·律历志》汇编1715页	何承天据尧典中星与他实测中星推测。			
〃	女虚之交	《元史·历志》汇编3311页	授时历据当时实测推测			
鲁昭公20年	牵牛之初	《汉书·律历志》汇编1410页	初度指零度与1度之间取它的平均值为0.5"古度"	公元前522年	牵牛1.5"古度"	—1.0度
周末(战国时期)	仲冬之月日在斗	《吕氏春秋》	《明堂月令》《礼记月令》同。	公元前240年	斗21.2"古度"	—
周末汉初	建　星	《续汉书·律历志》汇编1481页 《汉书·律历志》	贾逵说:"古黄帝夏、殷、周、鲁冬至日在建星"。			

续表1

历代冬至日所在的观测记录				理论计算冬至点的入宿度		
年代	冬至日所在	资料来源	备注	公元年代	计算值	观测值－计算值
西汉太初元年	牵牛初	《汉书·律历志》汇编1431页	戴法兴说："古历冬至皆在建星"。	公元前104年	斗21.4度	(＋5.4度)
〃	建星	《汉书·律历志》汇编1401页				
〃	斗22度	《续汉书·律历志》汇编1493页	"史官用太初邓平术，冬至之日日斗二十二度。"……	公元前104年	斗21.4度	＋0.6度
〃	斗22度	《宋书·律历志》汇编1762页	戴法兴说："……后杂觇知南斗二十二度……"			
西汉	斗22度无余分	《尚书·考灵曜》		公元前104年？	斗21.4度	＋0.6度
西汉	斗21 1/4度	《宋书·律历志》汇编1762页	"元和所用，即与古历相符也"	公元前104年	斗21.4度	－0.15度

续表1

历代冬至日所在的观测记录				理论计算冬至点的入宿度		
年　代	冬至日所在	资料来源	备　注	公元年代	计算值	观测值－计算值
东汉元和二年	斗21 1/4度	《续汉书·律历志》汇编1481,1531页		公元前85年	斗18.6度	(＋2.55度)
魏景初元年	斗 21 度少	《晋书·律历志》汇编1632页		公元237年	斗16.3度	(＋4.95度)
•	斗 17 度	《晋书·律历志》汇编1649页	姜岌用月食法测算	公元237年	斗16.3度	＋0.7度
	斗17度半间	《宋书·律历志》汇编1716—1717页	何承天用月食法测算			
晋太始三年	斗 16 度	《新唐书·历志》汇编2197页				
晋太元九年	斗 17 度	《晋书·律历志》		公元267年	斗15.9度	＋0.1度
		三纪甲子元历		公元384年	斗14.2度	(＋2.8度)
晋太元九年	斗 13 度	据《宋书·律历志》汇编1743页改正		公元384年	斗14.2度	－1.2度

续表1

历代冬至日所在的观测记录				理论计算冬至点的入宿度		
年代	冬至日所在	资料来源	备注	公元年代	冬至点入宿度计算值	观测值－计算值
宋元嘉二十年	斗13.5度	《宋书·律历志》汇编1716页	原文为十三、四度，今取它的平均值13.5度	公元434年	斗13.3度	＋0.2度
宋大明六年	斗 11 度	《宋书律历志·大明历》		公元462年	斗12.8度	－1.8度
梁大同十年	斗 12 度	《元史·历志》		公元544年	斗11.5度	＋0.5度
隋开皇十八年	斗 12 度	《元史·历志》		公元598年	斗10.7度	＋1.3度
隋仁寿四年	斗 11 度	《新唐书·历志》		公元604年	斗10.2度	＋0.8度
隋仁寿四年	斗 10度	《新唐书·历志》		公元604年	斗10.2度	－0.2度
唐开元四年	斗 10 度	《新唐书·历志》		公元716年	斗 8.8度	＋1.2度
唐开元十二年	斗 9.5度	《元史·历志》		公元724年	斗 8.7度	＋0.8度
金天会十一年	斗4度36分66秒	《金史·历志》		公元1133年	斗 2.2度	＋2.2度
金天会十一年	斗零度36分64秒	《元史·历志·日躔》				－1.8度
金至元丁丑年	箕 10 度	《元史·历志》		公元1337年	箕 9.0度	＋0.1度

注："观测值－计算值"一栏中数字有括弧者，表示未经实测，

恒星位置受岁差和自行影响，引起赤经、赤纬的变化，也可用球面天文学方法计算。本文则采用南京大学的1975.0年历元的恒星平位置表[13]。计算方法，从1975.0年历元的恒星平位置归算到古代其他年份的岁首平位置，采用下列公式：

$$\alpha=\alpha_{1975}+AV_{\alpha}t+\frac{SV_{\alpha}}{200}t^{2}+3\,{}^{d}_{\alpha}t\left(\frac{t}{100}\right)^{3}$$

式中α为恒星赤经，AV_{α}为赤经年变，SV_{α}为赤经长期变化，$3\,{}^{d}_{\alpha}t$为赤经三次项，t为自1975年到所归算年份的年数。至于所用数据及计算方式详见南京大学的《全天恒星表》。本文不再重复叙述。

再从18时减α即为冬至点的入宿度（即冬至点与距星的赤经差）。

自春秋至西汉落下闳以来，二十八宿的恒星基本相同，但采用的距星并不相同。如春秋战国时期牵牛以摩羯座α^2为距星，斗宿以人马座σ为距星，称为“古度”[14,15]，太初以后，牵牛以摩羯座β，斗宿以人马座φ，箕宿以人马座γ为距星，称为“今度”或简称“度”。本文对于春秋战国时期记录采用古度，太初以后采用今度。

古代流传下来的观测记录，往往愈古愈欠完善。其中部分记录显系沿袭前人记录，未经实测。另一方面，由于古代印刷术不发达，可能因缺少记载，被后人所遗忘。而幸存的记录几经传抄，亦不可避免产生讹误。后世的史学家、校雠学家根据其他史料记载，或从前后文的意义上，化了大量时间，斟酌校正。但对于古代观测记录，往往感到校补不够充分。

本文据有关史书记载冬至日所在恒星位置的记录，逐条

加以计算，互相对比，于古人实测资料重行鉴别，实事求是，去伪存真，纠正或补充了过去校勘的不足。从而对于我国古代天文技术的成就和科学文化的水平作出准确的评价。现在把历代冬至点日所在记录，按条分别讨论于下：

（1）《历代天文律历等志汇编·汉书·律历志》1410页说："……至昭（公）二十年二月己丑，日南至，……极于牵牛之初……"按古称"初度"指零度与一度之间，如采用它的平均值为0.5度。今计算公元前522年冬至日在牵牛1.5"古度"，观测值与计算值相差－1.0度。这个数值在古代容许误差范围以内。

（2）《汉书·律历志》1431页说："……中牵牛初，冬至。……"与计算值相差＋5度以上，显系沿袭春秋时记录，未经实测。

（3）《吕氏春秋》中的月令与《明堂月令》，《礼记月令》所载昏旦、夜半中星大致相同，史学家已公认后两者系沿袭《吕氏春秋》而来。它们说"仲冬之月，日在斗"，仅仅说含有冬至的月份的太阳位置在斗宿，没有说明它的入宿度。日本学者能田忠亮曾进行繁复的计算和论证，仍未能确定它的观测年代。我从本表粗略地估计，大致在战国时期或它的末年，这是可以确信无疑的。

（4）古四分历（即古六历）约于周末汉初创制[17]，它们的冬至日所在位置都在建星。据《史记·天官书》和《续汉书·律历志·贾逵论历》都认为所谓建星即今之斗星，从本表顺序看来，这些记录大致与理论相符。

（5）《汉书·律历志》1401页说："……至于元封七年，复得阏逢摄提格之岁，中冬十一月甲子朔旦冬至，日月在建星，……"按史记历书更元封七年为太初元年，那末公元前104年冬至日在建星，究竟在斗的多少度呢？

我们反复阅读刘宋时期《大明历议》中一段话，对于弄清这问题是有所帮助的。戴法兴说："……古历冬至，皆在建星。战国横骛，史官丧纪，爰及汉初，格候莫审，后杂觇知在南斗二十二度。元和所用，即与古历相符也。逮至景初，终无毫忒。"他的意见约分下列四点：

① 古四分历的冬至点都在建星；

② 西汉时期（指太初历创建时期）实测冬至点在南斗二十二度；

③ 东汉元和二年后汉四分历的冬至点与太初历相同；

④ 魏景初历的冬至点没有变更。

戴法兴虽反对岁差理论，但他对古代冬至点是否经过实测或沿袭前人记录，提供了线索，作为我们今天的参考，具有十分重要的意义。并且戴法兴所述四点，在本文中都得到旁证，证明他所说是正确可靠的.

西汉时期的《尚书·考灵曜》也说：冬至日在"斗二十二度无余分。"这恰恰与《汉书·律历志》"……进退于牵牛之前四度五分"[20]相符。

《续汉书·律历志》也说："元和二年二月甲寅制书曰："……史官用太初邓平术，冬至之日，日在斗二十二度，而历以为牵牛中星。……"这两项记录都有力地支持了太初历的冬至点在斗二十二度。"

（6）后汉四分历冬至之日，日在斗二十一度四分度之一。前人如朱文鑫[21]、钱宝琮[22]，近人如何妙福[23]对此记录深信不疑。而戴法兴指出："元和所用，即与古历相符也。"换言之，元和冬至点，日在斗21 1/4度系沿袭太初历，未经实测。而英人李约瑟也主张太初改历时冬至点实际上是在斗宿21 1/4度[24]。计算值公元85年冬至点，日在斗18.7度，误差为+2.55度，超过了本表容许误差之外。

由上述（5）、（6）项来看，太初历的冬至点有两个可能性，其一在斗22度，其二在斗21 1/4度。

（7）魏景初历冬至点在斗21度少。从戴法兴的论点看来，显未实测。姜岌指出："……景初斗分虽在粗细之中，而日所在乃差四度，日月亏已皆不及其次，假使日在东井而食，以月验之，乃在参六度，差违乃尔，……"按姜岌测算景初历冬至点应在21 1/4度减去4度，等于17 1/4度。何承天也用景初历检验元嘉十一年七月十六日、十三年十二月十六日、十四年十二月十六日、十五年五月十五日、十九年九月十六日五次月食，认为景初历冬至点在斗十七度间。姜岌与何承天两人测算的结果，基本一致。与现在计算值16.3度，都在容许误差范围之内。

（8）姜岌深明岁差的原理，曾发明以月食冲求日之所在的新方法。对于景初历冬至点作了新的测定。他所创制的三纪甲子元历约在景初历一百四十多年以后，此时冬至点决不能仍在斗十七度。由于姜岌、何承天都用月食法测定景初历冬至日在斗十七度，因而后人把姜岌的三纪甲子元历、何承天的元嘉历冬至点都写成斗十七度，这就是传抄的错误的由来。现据大明六年祖冲之上表"……晋时姜岌以月食检日，知冬至在斗十七。今参以中星，课以食望，冬至之日，在斗十一。通而计之，未盈百岁，所差二度。……"[25]文中17度减11度应为6度，怎能说"所差二度"呢？

按晋太元九年（公元378年）至大明六年（公元462年）相隔78年。当时祖冲之估计岁差"四十五年九月率移一度"。因而说"未盈百岁，所差二度"是符合当时实际的从而只有把17度改为13度，才符合逻辑。我们算得晋太元九年冬至点误差为－1.2度，大明六年冬至点误差为－1.8度。

（9）宋元嘉二十年何承天上表曰："……天之南至，

日在斗十三、四度矣。……”计算值公元434年冬至点在斗13.3度，观测值与计算值最为相符。又元嘉历二十四气日所在度说：“……冬至斗十四度强、……”与理论计算基本相符。

（10）梁大同十年冬至日在斗12度，计算值公元545年为斗11.5度，可称密合。

（11）金天会十一年赵知微重修大明历，谓冬至日在斗四度三十六分六十六秒。而《元史历志·日躔》说：“以金赵知微所修大明历法推之，冬至犹躔斗初度三十六分六十四秒，比新测实差七十六分六十四秒。”这两项记录相差达四度。其中数字显有错误。假如取两数的平均值，则冬至点在斗2度36分，计算值公元1133年冬至点在斗2.2度，可称密近。

（12）元至元丁丑四月癸酉望月食既，推求得冬至日躔赤道箕宿十度，计算值公元1277年为箕9.9度，误差为+0.1度。

四、结束语

综上所述，从春秋鲁昭公二十年（公元前522年）到元代至元丁丑年（公元1277年）约经历一千七百多年，冬至点由牵牛初度渐向西移，经斗宿到元至元丁丑年移至箕宿十度。

从历史记载的观测记录和理论计算表明：我们祖先虽只凭肉眼，而观测的误差大多数在±1度之内，没有超过2度以上（见表1）。这是我们祖先辛勤劳动和仔细观测的成果，为我国科学文化极为珍贵的遗产的一部分。

参考文献

〔1〕J.H.Robinson, Astronomy Data Book, p.45.

〔2〕《汉书·律历志》，历代天文律历志汇编（以后简称汇编）1410页。

〔3〕《吕氏春秋》和《礼记月令》。
〔4〕《尚书·考灵曜》。
〔5〕《宋史·律历志·明天历》，汇编2637页。
〔6〕《宋书·律历志》，汇编1715页。
〔7〕《新唐书·历志》，汇编2198—99页。
〔8〕《天文爱好者》1978年第2期8—9页。
〔9〕《元史·历志》汇编3325页。
〔10〕《宋书·律历志》，汇编1743页。
〔11〕《晋书·律历志》，汇编1649页。
〔12〕《宋书·律历志》，汇编1716—17页。
〔13〕南京大学：《全天恒星表》，科学出版社出版。
〔14〕《开元占经》60—63卷。
〔15〕《新唐书·历志》。
〔16〕能田忠亮：《礼记月令天文考》。
〔17〕《宋书·律历志》，汇编1762页“……以此推之，古术之作，皆在汉末周初，不得远”。
〔18〕《续汉书·律历志·贾逵论历》，汇编1481页“古黄帝、夏、殷、周、鲁冬至日在建星，建星即今斗星也。”
〔19〕《宋书·律历志》，汇编1761页“……古历冬至，皆在建星。”
〔20〕《汉书·律历志》，汇编1433页。
〔21〕朱文鑫：《历法通志》。
〔22〕钱宝琮，从春秋到明末历法沿革，《历史研究》，1960年第3期。
〔23〕何妙福：“岁差在中国的发现及其分析”，《科技史文集》第1辑23页。
〔24〕J. Needham, Science and Civilisation in China, Vol. 3, p.231.
〔25〕《宋书·律历志》，汇编1743页。

道光增星
——位置误差和清代仪器精度

伊世同　贺建兰　丁晓东

一、清代星表

清代钦天监发表的星表有《灵台仪象志》、《仪象考成》和《仪象考成续编》。三部星表既保持着承传关系，也有各自的特点。

《灵台仪象志》由传教士南怀仁主编，参与编写的人员共31人，于康熙十三年（1674）成书。书中包括清初6件大型天文仪器的设计和使用说明，以星表为主的观测和计算用数表。黄道星表以康熙壬子（1672）冬至为历元，赤道星表以康熙癸丑（1673）冬至为历元。表中共列1876星，附有恒星的岁差和星等。

《灵台仪象志》星表可与北京古观象台上的大型天体仪互相参照使用，主要是晚明徐光启、汤若望等为改历而设局译书时期的集体工作成果。明亡后，经汤若望手转献于清廷。南怀仁承汤若望的工作，辑录有关资料归算成书。其西测依据是第谷和开普勒等星表。因成书匆忙，资料零散，书中重复和讹误之处较多。

《仪象考成》最初是因传教士戴进贤奏请增修《灵台仪象志》星表部分而开始工作的。编算和星名考定从乾隆九年（1744）着手，随着工作进展，星表规模逐渐增大，不仅精度提高和星数增多，编表时也对《灵台仪象志》星名系统、

归属星座、恒星编号等等做了大量调整。

《仪象考成》星表部分到乾隆十七年（1752）完成。当书稿送武英殿刊刻过程中，正赶上制造了十年之久的“玑衡抚辰仪”于乾隆十九年（1754）竣工，因此，又在该书星表前面增加有关“玑衡抚辰仪”的《仪说》上下卷，书也最后定名。主要工作大体上是在戴进贤任钦天监监正期间进行的，戴进贤是《仪象考成》星表的实际主编。参与星表工作的人员共26人。书首乾隆皇帝亲笔序的日期为“丙子（1756）冬十有一月”，知出版年代应较此稍晚，当在乾隆丁丑(1757)年。

《仪象考成》全书共32卷，分为10册。星表中列有300个星座、3083颗星的黄道和赤道坐标值，以及每颗恒星的赤道岁差和星等。采用乾隆甲子（1744）冬至为星表历元。其西测部分的主要依据是当时新出版不久的弗兰姆斯提德星表。

《仪象考成续编》从道光二十二年（1842）着手，于道光二十五年（1845）成书。主编为当时的钦天监监正、协理国子监算学事务周余庆，参与测算、编写的人员共38人。它是清廷自西欧传教士撤离钦天监后，由中国人独立考测、编算的第一部星表。总计表列恒星共3240星，以道光甲辰（1844）冬至为星表历元。

《灵台仪象志》和《仪象考成》星表就其实质分析，主要是中西星名的对照和考定工作。其程序不外以中国的承传或实测数据为基准，然后再从西方星表中查找相对应的位置数值，并归算到星表所用历元。某些在西方星表中查不到的位置，则沿用明末清初的实测或承传数据。由于依据西方星表的不同，才使《灵台仪象志》和《仪象考成》星表有质与量的区别.考虑到《灵台仪象志》星表对清代中、后期影响较少，

可以《仪象考成》为界，分清代星象变迁史为前后两个阶段。

《仪象考成》、《仪象考成续编》星表承上启下，是我们今天仍在使用的恒星中名的主要依据，也是探讨历代星象变迁的主要线索。

从历史或文献角度衡量，清代的星表有下列理由值得重视：(1) 清代星表摘录或参考过某些久已失传的星象资料，这类间接传递的历史信息，对研究传统星象是很宝贵的。

(2) 清代考校之风大盛，影响所及，《仪象考成》在星名考定工作上曾下过一番功夫。试将《仪象考成》星表和《灵台仪象志》星表相比，进展显然可见，这对传统星象的深入探索是会有帮助的。

(3) 由于多方面的努力，使我国传统星象早在三百多年前，就和西方一些有影响的星表有了对照联系。存在问题，经过长期使用的考验，也暴露得比较充分，成为我们研究中西星名对照工作的良好基础。

(4) 传世古书和文物中，早于清代的星图和星表相当少见。既或有少许遗存，其星数和位置精度都无法与清代的几部星表相比。因此，想了解或研究中国传统星象，清代星表不仅是有用的、可贵的，也是关键的天文史料。

(5) 清代的几部星表里，保留着某些值得我们进一步发掘或研究的古星象记录，如新星、变星。以及太阳系个别天体的视位置等等。

(6) 由于清代采用西法，使国内外对于我国传统星象制度不太了解的学者，比较容易通过清代的星表去熟悉中国天象史料，进而去从事有关研究。

三部星表有着共同的缺点，没有交待使用仪器、观测过程、数据来源和处理方法。虽然通过分析及对比有关星表等手段可以弄清楚一些问题，但因数据庞杂，不同来源的资料

混于一处，想定量地分析清代观测或仪器误差都相当困难。而如何缩小存疑范围，并从中筛选出一批年代可靠的实测数据，则是问题的关键。

二、道 光 增 星

所谓道光增星，即《仪象考成续编》星表中的新增星，共163颗。

《仪象考成续编》星表的编算、考测等工作，着手于道光二十二年（1842），但准备工作却显然要早得多，仅就书首议奏部分的文字可以了解其大概：

在道光十八年（1838）秋的一份奏文中，谈到前些年曾将"玑衡抚辰仪"等进行更换轴心之类的修整维护。又通过交食、交节实测，发觉黄赤大距较前稍小，打算修改有关数据，并将道光十四年（1834）以后的几次天象测算情况向皇帝作了报告。

由于黄赤交角的修订，再用以前依据黄赤交角旧值编算的星表很不方便，编算、考测新的星表已势在必行。为什么有关工作拖到道光二十二年（1842）才着手呢？这很可能与鸦片战争（1840）有关系；当此多事之秋，清廷已无暇顾及星表的测算之类事情了。

《仪象考成续编》除依据新修订的黄赤交角（22°27′）和黄道岁差（52″），将《仪象考成》星表以道光甲辰（1844）冬至为历元归算坐标值外，也对表列恒星做了大量考测工作。从考测中发现143颗恒星的星等变化；7颗应该取消的恒星位置（因有一个位置涉及传统星象中的正星而保留空号，故实际上是删掉了6个位置编号）；改正了《仪象考成》星表中的某些讹误；按实测新增星163颗。新增星是

《仪象考成续编》最主要的进展。

由于《仪象考成续编》成书较晚，和西欧同一时期的观测结果相比，新增星位置精度不高，观测方法更远远落后。加上新增星星数有限（其中还包括一些错误或误差大于常值的恒星位置），过去一直未被国内外学者们注意。

十几年前，在《中西对照恒星图表1950.0》一书的成书过程中，曾发现总数163颗道光增星里，有152颗恒星的赤纬坐标值的尾数（秒数）部分，都是10″的整倍数。这显然不是由于某种巧合。它表明当时从观测仪器度盘上面刻划的格值中，无法读得更细的小数，也表明这些星的坐标值尚未加岁差订正（经过岁差订正的绝大多数位置尾值都不可能那样整齐）。

换句话说，星表里只有这些星的位置数据是当年用古观象台上的仪器新测的。

有关这批新测恒星位置的情况，我们还可以引书首道光二十四年（1844）11月15日的奏文："……拣选官生，分派职事，饬令详慎考测。去后，旋于二十三年（1843）秋间，据该官生等按赤道经度，测得星体略大，书中未载者：丑宫多增16星；子宫多18星；亥宫多18星；戌宫多10星；酉宫多18星；申宫多19星；未宫多17星；午宫多7星；巳宫多8星；辰宫多9星；卯宫多12星；寅宫多11星。……然尤恐考验未精，仍令详加测算。至本年春令，考测复历半周，各星经纬悉与前测符合。计算大致岁差，微有增益。当令该员等即以本年所测赤道经纬度，陆续转求黄道经纬度注表。现在考测又复一周，诸星度数略无疑义，相应据实陈明。所有星座度数，拟请即依道光二十四年（1844）甲辰起算注表。黄道岁差应定为每年东行52秒。其多见星数，取星体略大者，按照经纬，附入各座，定为新增星。……"表列新增星数字

即当年（1844）复测结果，其中除11颗因复测时间较早而加岁差改正外，余皆未加岁差订正。

我们的工作就是以这批年代可靠的数据为线索，分析当时观测的实际水平和讨论形成误差的主要原因。

附表是把《仪象考成续编》星表所列的道光增星位置加岁差订正，归算到1950.0历元，然后再依据位置和星等的接近程度，从GC星表中选择对照星（我们直接引用了《中西对照恒星图表1950.0》一书的对照结果），再从GC星表提供的数据为准，又反推到1844年冬至点，并以此为理论值来和道光增星实测情况相比较，归算和比较结果参见附图。图中坐标圆心为理论值（计算结果），四周星点与理论值的接近程度则表示实测误差。

三、讨　论

观测误差涉及人和物的多方面因素影响。在各类单项影响因素摸清之前，我们仅能讨论其综合误差。其中，只有仪器情况了解得比较具体。

一般说来，星表质量和仪器质量有着密切的正比关系。正因为如此，国内外都曾有学者企图用清代几部星表来说明清代仪器的使用情况。由于对清代星表资料的各种来源了解甚少，再加上囿于成见，往往得到一些似是而非的片面结论。例如，有人依据《仪象考成》星表和布拉德雷星表吻合得相当好而对《仪象考成》星表推崇备至，进而推论清代仪器之精和清代观测之勤……。其实，《仪象考成》星表和布拉德雷星表都得力于弗兰姆斯提德星表，可谓二者同源，能相互吻合是很自然的，但不能以此推论过远，否则就难免离题。

按理，了解仪器精度本应该从研究实物着手，但实际情况是，北京古观象台陈列的清制大型天文仪器，经长期风雨侵蚀和八国联军拆迁等人为破坏，加上古台年久失修，基础下沉，仪器因受力不均而导致变形，已完全不能反映当年观测时的仪器和安装精度．以今天的技术条件，对古仪加以修配和调整是可行的（也正准备这样做），但它也同样不能反映历史实际．因此，除仪器度盘上的刻划格值，加工水平，尺寸配合条件等可得到一些第一手资料外，想了解古仪器精度，还必须从古星表数据中去推导一些当年实测误差，以分析实际使用情况．《仪象考成续编》新增星恰恰部分地满足了这种需要．它不仅能表明清代天文观测的实际水平和仪器的工作精度，显示历史的本来面目，也为今后类似问题的探索，提供了证据和参考．

参阅附表、附图，联系前面分析的一些基本情况和史料，可以讨论和说明下列几点：

（1）道光间天文观测的总误差（包括仪器误差和人差等等）可以赤经差和赤纬差分别表示，其中，赤经误差为±12′，赤纬误差为±6′．做为统计分析结果，虽然还可以将计算值取到秒的数量级，但如果考虑到道光间的实际观测条件和观测水平，进一步的计算结果没有什么实际意义．

（2）经度误差与纬度误差间的倍数关系，主要受限于测时技术条件．具体点讲，当时赤纬值可从仪器刻度环上直接读得，差值取决于仪器的加工误差和装配、安置误差及人差．赤经值因时钟误差太大，多采用据已知赤经值的恒星为标准，间接地去求新测天体的赤经值．在这种情况下，其测得结果实为两颗天体的赤经差，它必然要反映着两颗天体的误差之和．在极端条件下，带有不同正负符号的两颗天体赤经差值可以相互抵消或加倍，较普遍的数值分布是处于二者之间．

（3）附图中实测位置的带状分布与理论值的水平坐标线不平行，显示出仪器在安装时，留有方位误差。

（4）从附图中还可以看到实测位置聚集成两条带，一大一小。主带(大)偏南，副带(小)偏北，表明大部分位置是在有关天体距上中天较近时观测的．两条实测位置带也显示出仪器的极高有1′.6的装配误差。换句话说：仪器的极轴高于观测点(北京古观象台)的地理纬度，超过的数值为1′.6。

（5）有少数位置误差明显地大于常值，有的是由于抄写刊印过程中的讹误，也可能个别对照星选择有问题．《中西对照恒星图表》一书中，位置误差大于常值的星，有仅提供参考的性质，不该作为衡量一般误差的标准，核对或引用有关资料时应予注意。

四、结　语

附图中位置分布的线性倾向比较明显，应看成是以一种仪器为主的观测结果。

就观测条件分析，玑衡抚辰仪设有便于测定天体赤经差的天常赤道圈和游旋赤道圈，当是有关观测中的主要设备。《仪象考成续编》书首议奏文章中，也提及玑衡抚辰仪的维修，可为旁证。

玑衡抚辰仪是北京古观象台最后一件大型仪器．在结构上虽然有所改进，但原理和加工条件、加工精度等基本上和清制其余几件大型仪器相同，不妨把它看成是清制仪器的典型或代表。

由于清代更早两部星表中的实测数据大都和多方面来源的资料混处一起，很难分得清楚，可以把道光新增星的实际误差看成是清代观测的真实水平。

道　光　增　星

本表中的理论值是根据G C星表(1950.0)中恒

$$\alpha_{1844.冬至}=\alpha_{1950.0}-(AV\alpha t+\frac{SV\alpha}{200}$$

$$\delta_{1844.冬至}=\delta_{1950.0}-(AV_{\delta}t+\frac{SV_{\delta}}{200}$$

公式中：　AV＝年变　SV＝长期变化

表　中　各　项

序　　号——《中西对照恒星图表》中的

星　　名——中名为《仪象考成续编》中

星　　等——1844指《仪象考成续编》星

观 测 值——引自《仪象考成续编》；

误　　差——是由观测值减去理论值（O

乘以赤经差α得出的）。

序号	G C星号	星名 中	星名 西	星等 1844	星等 1950	观测 赤经 α	观测 赤
87	1494	五帝内座增三	Cep	6	6.36	015° 46′31″	+78°
230	14252	势增十七	27 LMi	6	5.83	153 32 54	+34
231	14280	势增十八	28 LMi	6	5.78	153 47 56	+34
232	14315	势增十九	30 LMi	6	4.83	154 13 00	+34
353	16117	五帝座增四	Leo	6	6.76	174 15 14	+15
416	18460	东上将增三	Boo	6	6.74	202 52 42	+11

—

位 置 误 差

星的坐标值为基数进行换算的，采用的公式为：

$t^3 + 3d_{\alpha}\ (\frac{t}{100})^3)$

$t^2 + 3d_{\delta} - (\frac{t}{100})^3)$

3d = 三次项　　t = 195?.0 - 1844.冬至 = 105.0246

目 注 解

序号；　　G C星号——G C星表中的序号；

的名称，西名为《G C星表》中的名称；

表中的星等，1950指G C星表中的星等；

理论值——是从G C星表中的坐标值归算到1844.冬至的计算值；

—C)得出的，其中"校正(α)"是用观测值中赤纬的余弦(cos)

值		理论值						误差 (O—C)					
纬 δ		赤经 α			赤纬 δ			α		校正 (α)		δ	
57′	40″	015°	35′	00″	+79°	05′	29″	+11′	31″	+02′	12″	−07′	49″
37	40	153	33	13	+34	41	42	−00	19	−00	15	−04	02
26	00	153	48	57	+34	30	24	−01	01	−00	50	−04	24
31	00	154	15	53	+34	35	22	−02	53	−02	23	−04	22
20	20	174	17	59	+15	07	28	−02	45	−02	39	+12	52
15	00	202	53	18	+11	17	44	−00	36	−00	35	−02	44

序号	G C星号	星名		星等		观测	
		中	西	1844	1950	赤经 α	赤
417	18466	东上将增四	Boo	4	5.54	203° 00′ 14″	+11°
452	17826	常陈增七	CVn	6	6.14	195 35 17	+38
469	14135	中台增四	UMa	6	6.58	152 14 31	+43
485	15016	少微增九	54 Leo	5	4.51	161 39 36	+25
519	15779	明堂增七	87 Leo	6	5.07	170 40 12	−01
530		侯增六	Her	5		258 11 05	+16
566		斛增七	Oph	6		250 52 57	+05
624	21718	晋增四	8 Her	6	6.07	240 04 53	+17
625	21698	晋增五	Her	6	6.52	240 25 15	+17
640	21224	周增十五	υ Ser	6	5.40	234 51 37	+14
641	21245	周增十六	Ser	6	6.10	235 20 04	+14
643	20981	秦增二	16 Ser	6	5.40	232 05 13	+10
646	21177	蜀增三	Ser	6	5.56	234 18 43	+05
651	21301	巴增五	36 Ser	6	5.16	235 44 43	−02
690	26355	齐增九	Vul	5	6.16	286 15 28	+21
691	26470	齐增十	Vul	6	5.90	287 33 58	+21
692	26914	齐增十一	8 Vul	6	5.98	290 27 50	+24
693	26992	齐增十二	Vul	6	6.9	291 18 22	+25
734	23571	天纪增十五	Her	6	6.48	259 43 10	+37
800	18135	角宿增十六	66 Vir	6	5.76	198 57 50	−04
811	18945	天田增七	τ Vir	6	4.34	208 31 4	+02
843	18887	平增四	47 Hya	5	5.17	207 32 31	−24
892	19251	大角增二	Boo	6	5.84	212 05 28	+19
899	18564	右摄提增四	Boo	6	6.41	203 59 14	+23

值	理论值		误差 (O－C)		
纬 δ	赤经 α	赤纬 δ	α	校正 (α)	δ
29′40″	202° 58′ 56″	+11° 31′ 48″	+01′ 18″	+01′ 16″	−02′ 08″
13 00	195 37 40	+38 14 48	−02 23	−01 52	−01 48
46 20	152 18 40	+43 49 52	−04 09	−03 00	−03 32
33 00	161 48 36	+25 34 45	−09 00	−08 07	−01 45
42 20	170 35 57	−02 08 50	+04 15	+04 15	+26 30
13 00					
43 00					
23 40	210 26 45	+17 36 38	−22 52	−21 49	−12 58
33 40	240 16 11	+17 27 42	+09 04	+08 39	+05 58
32 20	235 01 14	+14 35 13	−09 37	−09 19	−02 53
14 00	235 14 52	+14 15 50	+05 12	+05 02	−01 50
32 00	232 15 33	+10 31 20	−10 20	−10 09	+00 40
53 20	234 25 47	+05 55 37	−07 04	−07 02	−02 17
42 00	235 47 37	−02 47 43	−02 54	−02 54	+05 43
16 00	285 21 17	+21 26 39	+54 11	+50 30	−10 39
06 40	286 29 26	+21 17 12	+1°04′32″		−10 32
25 40	290 37 12	+24 26 33	−09′ 22″	−08 32	−00 53
14 00	291 24 55	+25 15 28	−06 31	−05 54	−01 28
04 40	259 46 11	+37 05 03	−03 01	−02 24	−00 23
11 20	199 07 05	−04 20 56	−09 15	−09 14	+09 36
14 20	208 25 58	+02 17 25	+05 26	+05 26	−03 05
14 40	207 26 54	−24 13 12	+05 37	+05 07	−01 28
34 20	212 11 56	+19 37 45	−06 28	−06 06	−03 25
29 00	204 06 43	+23 28 43	−07 29	−06 52	+00 17

序号	G C星号	星名		星等		观测	
		中	西	1844	1950	赤经 α	赤
900	18637	右摄提增五	τ Boo	6	4.51	204°59′57″	+17°
901	18764	右摄提增六	7 Boo	6	5.71	208 22 55	+13
908	20037	左摄提增四	Boo	6	5.98	221 27 15	+19
922	19908	折威增七	57 Hya	6	5.80	219 48 38	−26
961	20136	氐宿增三十	17 Lib	6	6.42	222 35 11	−10
983	21251	天乳增四	Lib(36Ser)	6	5.61	235 11 29	−03
1036	22221	东咸增二	ω Oph	6	4.57	245 51 37	−20
1053	22079	心宿增九	ρ Oph	6	5.22	244 30 46	−23
1056	21478	积卒增一	η Lup	5	3.64	237 33 36	−37
1057	21647	积卒增二	Lup	6	5.77	239 19 15	−36
1068	22091	尾宿增二	μ_2 Sco	4	3.64	250 36 57	−37
1069	23846	尾宿增三	Q Sco	6	4.34	261 48 00	−38
1070	24263	尾宿增四	Sco	6	5.84	265 36 20	−34
1099	23637	糠增一	Oph	6	5.92	259 34 22	−29
1114	24893	斗宿增五	15 Sgr	5	5.42	271 30 08	−20
1141	25846	天弁增六	Sct	6	5.89	280 36 57	−09
1156	26591	建增九	Sgr	6	7.60	287 11 00	−15
1157	26598	建增十	Sgr	6	6.82	287 20 14	−19
1171	26801	狗增七	χ_2 Sgr	6	5.56	289 03 00	−24
1176	27811	狗国增一	Sgr	6	5.05	298 50 19	−32
1177	27676	狗国增二	ϑ_2 Sgr	6	5.34	297 41 13	−35
1178	27992	狗国增三	Sgr	6	5.34	300 27 42	−36
1182	27557	天渊增一	ι Sgr	5	4.21	296 23 04	−42
1183	27670	天渊增二	ϑ_1 Sgr	5	4.39	297 35 45	−35

值	理论值		误差 (O—C)		
纬 δ	赤经 α	赤纬 δ	α	校正 (α)	δ
46′ 20″	234° 58′ 26″	+18° 13′ 33″	+01′ 31″	+01′ 27″	−27′ 13″
38 40	206 27 07	+18 41 35	−04 12	−03 59	−02 55
42 00	221 35 21	+19 46 19	−08 06	−07 38	−04 19
03 00	219 42 56	−26 00 12	+05 42	+05 07	−02 48
34 40	222 27 05	−10 32 18	+08 06	+07 58	−02 22
22 20	235 12 14	−03 22 43	−00 45	−00 45	+00 45
49 00	245 43 59	−21 08 38	+07 38	+07 08	+19 38
05 40	244 04 04	−23 05 58	+26 42	+24 33	+00 18
55 40	237 27 15	−37 57 47	+06 21	+05 01	+02 07
23 40	239 15 41	−36 20 12	+03 34	+02 52	−03 28
44 20	250 27 13	−37 45 50	+09 44	+07 42	+01 30
29 20	261 27 56	−38 32 13	+20 04	+15 42	+02 53
21 20	265 30 19	−34 23 10	+06 01	+04 58	+01 50
35 20	259 25 59	−29 36 01	+03 23	+07 17	+00 41
58 40	271 29 30	−20 47 03	+00 38	+00 36	−11 37
57 20	280 36 47	−09 57 47	+00 10	+00 10	+00 27
52 20	287 11 47	−16 14 59	−00 47	−00 45	+22 39
01 20	287 16 58	−19 09 02	+03 21	+03 10	+07 42
17 40	289 01 51	−24 16 31	+01 09	+01 03	−01 02
33 20	298 37 47	−32 30 10	+12 32	+10 34	−03 10
09 20	297 27 14	−35 07 28	+13 59	+11 26	−02 52
32 00	300 15 33	−36 29 59	+12 09	+09 46	−02 01
16 40	296 08 58	−42 17 07	+14 06	+10 27	+00 27
44 40	297 25 04	−35 42 16	+10 41	+08 40	−02 24

序号	G C星号	星名		星等		观测	
		中	西	1844	1950	赤经 α	赤
1184	27779	天渊增三	Sgr	6	4.79	298° 29′ 01″	−38°
1212	28104	牛宿增十	Cap	6	5.69	301 28 24	−25
1213	28282	牛宿增十一	ν Cap	6	4.84	302 55 02	−13
1214	28286	牛宿增十二	Cap	6	6.16	303 13 00	−15
1215	28442	牛宿增十三	π Cap	6	5.20	304 38 56	−18
1216	28492	牛宿增十四	Cap	6	6.69	305 01 39	−18
1294	27764	左旗增三十	Vul	6	5.75	298 47 55	+24
1312	26509	渐台增七	Lyr	6	6.96	286 57 47	+36
1371	28750	瓠瓜增六	Del	6	5.92	307 52 11	+15
1372	28965	瓠瓜增七	γ_1 Del	6	5.47	309 52 04	+15
1373	29201	瓠瓜增八	17 Del	6	5.39	312 05 51	+13
1421	28981	天津增三十九	*T* Cyg	6	5.20	310 00 20	+33
1422	28981	天津增四十	*T* Cyg	6	5.20	310 18 41	+33
1485	29596	司非增三	6 Equ	6	5.99	315 40 34	+09
1515		天垒城增一	Cap	5		314 02 26	−16
1516	29571	天垒城增二	ν Aqr	6	4.52	315 36 29	−12
1536	30662	危宿增十二	Peg	6	6.66	326 41 15	+12
1537	30719	危宿增十三	17 Peg	6	5.59	327 20 22	+11
1538	30818	危宿增十四	Peg	6	6.36	328 37 35	+10
1584	30963	臼增六	Peg	6	6.03	330 19 05	+24
1585		臼增七	Peg	6		331 32 39	+28
1586		臼增八	Peg	6		331 50 43	+21
1613	32095	车府增二十	o And	4	3.63	343 38 24	+41
1649	30904	天钩增十七	20 Cep	6	5.39	330 15 58	+62

值		理论值						误差 (O—C)					
纬 δ		赤经 α			赤纬 δ			α		校正 (α)		δ	
24′	20″	298°	19′	17″	−38°	22′	43″	+09′	44″	+07′	38″	−02′	37″
56	54	301	24	35	−27	30	16	+03	49			+1°33′22″	
14	34	303	01	09	−13	15	16	−06	07	−05	34	+00	42
19	34	303	01	10	−15	16	52	+11	50	+11	25	−02	42
46	53	304	36	46	−18	43	36	+02	10	+02	03	−03	17
22	53	305	02	35	−18	23	30	−00	56	−00	53	+00	37
21	20	298	47	38	+24	22	51	+00	17	+00	15	−01	31
09	40	287	05	14	+36	09	06	−07	27	−06	01	+00	34
14	41	307	58	23	+15	17	16	−06	12	−06	00	−02	35
30	31	309	51	47	+15	33	36	+00	17	+00	17	−03	03
04	51	312	04	05	+13	07	29	+01	46	+01	43	−02	38
45	30	310	14	48	+33	47	58	−14	28	−12	02	−02	28
45	31	310	14	48	+33	47	58	+03	53	+03	14	−02	27
25	40	315	45	21	+09	24	41	−04	47	−04	42	+00	59
39	26												
03	27	315	17	26	−12	00	20	+19	03	+18	38	−03	07
01	10	326	42	25	+12	00	44	−01	16	−01	08	+00	26
19	50	327	20	41	+11	20	10	−00	19	−00	19	−00	20
12	30	328	36	05	+10	13	23	+01	30	+01	29	−00	53
45	00	330	16	51	+24	46	59	+02	14	+02	02	−01	59
35	40												
05	40												
33	00	343	41	27	+41	29	28	−03	03	−02	17	+03	32
06	40	330	04	19	+62	01	37	+11	39	+05	27	+05	03

序号	GC星号	星名		星等		观测			
		中	西	1844	1950	赤经 α			赤
1650	30907	天钩增十八	19 Cep	6	5.17	330°	18′	28″	+61°
1710	32272	螣蛇增十五	2 Cas	6	5.63	345	51	57	+58
1711	32272	螣蛇增十六	2 Cas	6	5.63	345	52	19	+58
1712	32482	螣蛇增十七	And	6	6.35	340	01	57	+47
1713	33214	螣蛇增十八	Cas	6	5.69	357	30	42	+54
1714	169	螣蛇增十九	22 And	5	5.03	000	43	49	+45
1750	30262	垒壁阵增八	Cap	6	7.3	322	16	00	−19
1803	32911	铁钺增三	104 Aqr	6	4.95	353	32	31	−18
1865		霹雳增九	Psc	5		346	01	18	+02
1879	33059	云雨增十	21 Psc	6	5.77	355	17	13	+00
1923	1591	奎宿增二十三	υ Psc	6	4.67	017	17	31	+26
1934	32860	王良增六	Cas	5	6.72	353	06	27	+61
1935	32930	王良增七	Cas	6	6.54	354	03	53	+60
1936	33054	王良增八	Cas	6	6.44	355	34	08	+58
1937	33294	王良增九	Cas	6	6.37	358	11	34	+58
1938	33320	王良增十	Cas	6	5.70	358	31	37	+60
1939	329	王良增十一	Cas	6	5.80	002	15	37	+60
1940	488	王良增十二	Cas	6	5.72	004	08	26	+52
1941	708	王良增十三	Cas	6	5.14	006	54	40	+53
1942	1047	王良增十四	Cas	5	4.93	011	01	31	+60
2035	3032	天大将军增十七	14 Tri	6	5.35	035	26	47	+35
2058	3456	左更增八	Ari	6	6.38	041	07	04	+15
2083	378	天仓增十九	Cet	6	6.50	002	39	53	−08
2084	2093	天仓增二十	Cet	6	5.27	023	36	46	−04

值		理 论 值						误 差 (O—C)					
纬 δ		赤 经 α			赤 纬 δ			α		校正 (α)		δ	
36′	40″	330°	05′	24″	+61°	31′	24″	+13′	04″	+06′	13″	+05′	19″
34	20	345	15	57	+58	29	26	+06	00	+03	08	+04	54
34	00	345	15	57	+58	29	26	+06	22	+03	19	+04	34
37	00	348	05	41	+47	31	49	−03	44	−02	31	+05	12
55	20	357	19	06	+54	50	36	−11	36	+06	40	+04	44
12	00	000	33	18	+45	12	37	+10	31	+07	52	−00	37
59	40	322	14	40	−19	55	55	+01	20	+01	21	−03	45
42	40	353	25	54	−18	40	37	+06	37	+06	16	−02	03
51	40												
10	20	355	22	46	+00	12	55	−05	33	−05	33	−02	35
30	40	017	41	30	+26	27	09	−23	59	−21	28	+03	31
22	20	352	52	20	+61	16	33	+14	07	+06	46	+05	47
55	00	353	45	54	+60	49	11	+17	59	+08	45	+05	49
11	40	355	22	49	+58	06	06	+11	19	−05	58	+05	34
47	00	358	08	54	+58	41	52	+02	40	+00	46	+06	08
27	20	358	24	34	+60	21	35	+07	03	+03	28	+05	45
46	00	002	08	13	+60	40	21	+07	24	+03	37	+05	39
17	40	004	09	26	+52	12	21	−01	00	−00	37	+05	19
25	00	006	51	42	+53	18	58	+02	58	+01	46	+06	02
22	00	010	55	53	+60	16	35	+05	38	+02	47	+05	25
27	20	035	39	01	+35	27	58	−12	14	−09	58	−00	38
49	20	041	08	08	+15	51	26	−01	04	−00	44	−02	06
59	00	002	41	01	−08	54	26	−01	08	−01	07	−04	34
29	20	023	43	12	−04	28	02	−06	26	−06	24	−01	18

序号	GC星号	星名		星等		观测			
		中	西	1844	1950	赤 经 α			赤
2085	2212	天仓增二十一	χ Cet	6	4.77	025°	25′	10″	−11°
2128	3791	大陵增二十一	ω Per	6	4.82	045	51	37	+38
2148	5174	天船增十	b_1 Per	6	4.57	061	29	04	+49
2157	4173	天廪增三	4 Tau	6	5.12	050	24	06	+10
2191	4311	天囷增二十一	Tau	6	6.12	052	10	59	+00
2204		昴宿增六	Tau	6		053	45	59	+23
2205		昴宿增七	Tau	6		053	47	47	+23
2206	4485	昴宿增八	18 Tau	6	5.63	053	48	29	+24
2207	4475	昴宿增九	16 Tau	5	5.43	053	57	55	+23
2208	4536	昴宿增十	24 Tau	6	8.10	054	19	54	+23
2209	4582	昴宿增十一	Tau	6	6.57	054	52	36	+23
2210	4587	昴宿增十二	28 Tau	5	5.18	054	58	28	+23
2211	4603	昴宿增十三	Tau	5	6.11	055	03	33	+23
2227	4461	卷舌增七	o Per	6	3.94	053	37	53	+31
2242	3760	天阴增五	Ari	6	6.68	045	18	49	+20
2243	3805	天阴增六	δ Ari	4	4.53	045	38	52	+19
2287	3831	天苑增十七	α For	4	3.95	046	01	35	−29
2283	4272	天苑增十八	Eri	6	6.27	051	54	16	−10
2310	5029	毕宿增十四	46 Tau	6	5.35	061	08	15	+07
2311	5480	毕宿增十五	Tau	6	4.84	065	23	29	+15
2312	5487	毕宿增十六	Tau	6	6.66	065	25	41	+15
2313	5517	毕宿增十七	85 Tau	6	6.04	065	35	00	+15
2314	5552	毕宿增十八	Tau	6	6.51	066	13	30	+15
2317	5643	附耳增二	89 Tau	6	5.80	067	22	40	+15

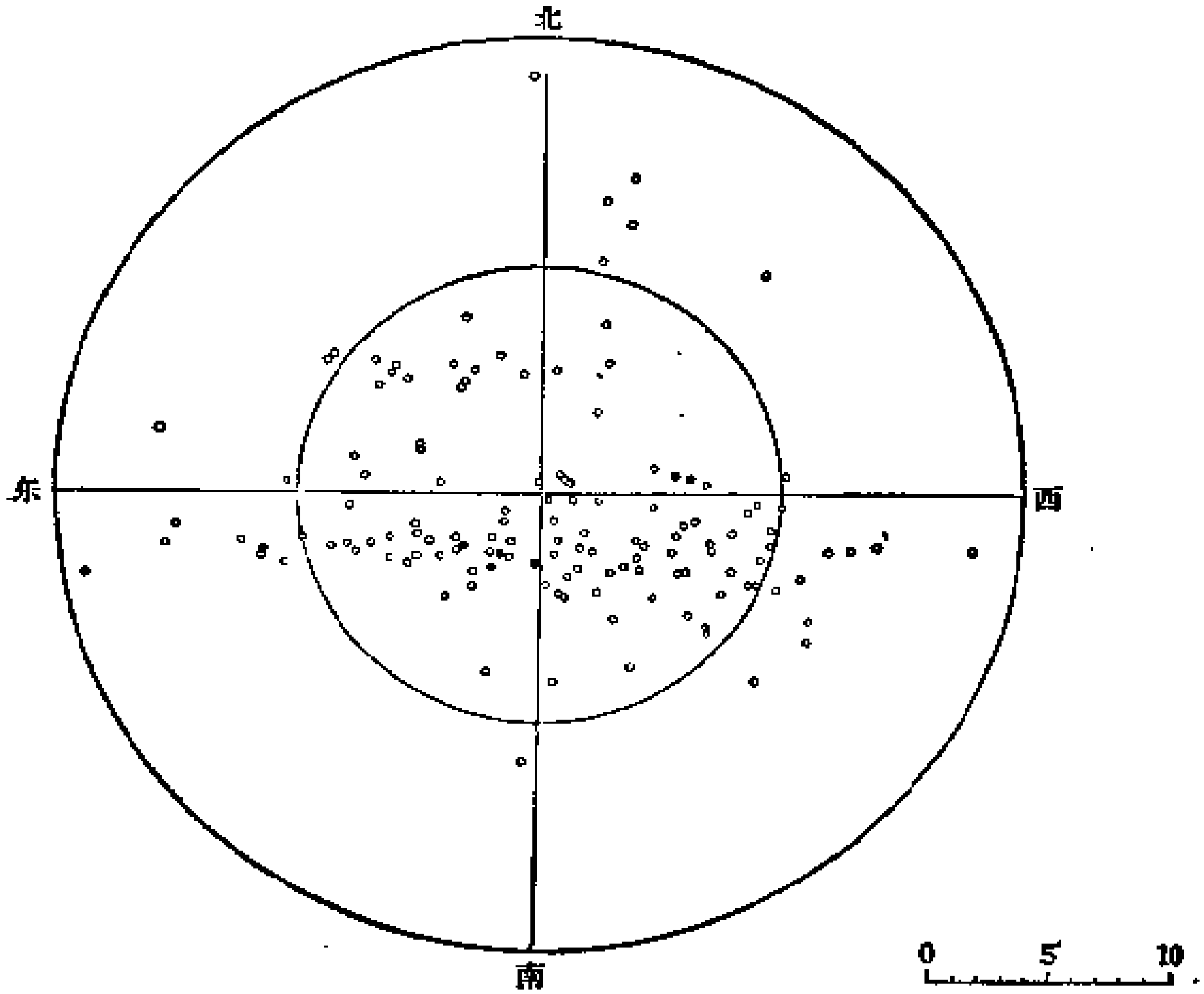
值		理论值						误差 (O-C)					
纬 δ		赤经 α			赤纬 δ			α		校正 (α)		δ	
29′	20″	025°	29′	31″	−11°	26′	58″	−04′	21″	−04′	16″	−02′	22″
59	40	045	18	35	+39	01	51	+33	02	+25	40	−02	11
52	00	061	38	06	+49	55	32	−09	02	−05	50	−03	32
45	20	050	28	47	+10	48	43	−03	41	−03	37	−03	23
03	20	052	12	20	+00	03	41	−01	21	−01	21	−00	21
33	50												
55	20												
17	40	053	58	20	+24	21	40	−09	51	−08	59	−04	00
49	00	053	53	19	+23	48	37	+04	36	+04	12	+00	23
35	00	054	31	41	+23	38	42	−11	47	−10	48	−03	42
34	40	054	55	23	+23	24	29	−02	47	−02	33	+10	11
32	00	054	59	07	+23	40	17	−00	39	−00	36	−08	17
26	40	055	07	33	+23	14	53	−04	00	−03	40	+11	47
47	00	053	38	30	+31	48	21	−00	37	−00	31	−01	21
39	00	045	06	21	+20	11	33	+12	28	+11	40	+27	27
06	20	045	41	08	+19	08	51	−02	16	−02	09	−02	31
38	00	046	22	15	−29	35	34	−20	40	−17	58	−02	26
25	00	051	47	26	−10	22	51	+06	50	+06	43	−02	09
17	20	061	17	53	+07	19	41	−09	38	−09	33	−02	21
48	40	065	25	05	+15	51	56	−01	36	−01	33	−03	16
56	40	065	28	25	+15	49	17	−02	44	−02	38	+07	23
30	00	065	44	54	+15	31	40	−09	54	−09	32	−01	40
57	40	066	11	15	+16	00	19	+02	15	+02	10	−02	39
41	20	067	19	02	+15	43	53	+03	38	+03	30	−02	33

序号	GC星号	星名		星等		观测	
		中	西	1844	1950	赤经 α	赤
2318	5643	附耳增三	89 Tau	6	5.80	067° 27′ 15″	+15°
2319	5666	附耳增四	92 Tau	6	4.85	067 40 18	+15
2367	5530	五车增十九	Per	6	6.80	065 30 51	+42
2418	5138	九州殊口增十一	O_2 Eri	5	4.48	062 05 21	−07
2439	5978	参旗增十二	8 Ori	5	3.87	071 26 06	+02
2454	5678	九斿增六	Eri	6	5.61	068 01 40	−14
2455	6195	九斿增七	Lep	6	5.55	074 18 00	−24
2552	6480	参宿增三十八	τ Ori	5	3.68	077 31 40	−06
2553	6572	参宿增三十九	Ori	6	5.65	078 18 30	−00
2565	6252	玉井增三	Eri	6	7.18	074 45 21	−05
2571	6358	军井增二	Lep	5	5.91	076 09 15	−12
2585	7141	厕增八	12 Lep	6	5.89	083 40 54	−22
2612	8793	井宿增十八	36 Gem	6	4.65	098 34 22	+13
2613	8823	井宿增十九	ξ Gem	5	3.40	098 53 04	+13
2656	9484	五诸侯增六	τ Gem	5	4.48	105 04 54	+30
2676	10079	水位增十二	Gem	5	6.59	110 42 39	+12
2692	10303	南河增十一	CMi	6	5.81	112 53 29	+04
2703	8489	四渎增七	Mon	6	7.14	095 50 12	+04
2704	8558	四渎增八	4 Mon	6	6.42	096 26 33	+07
2725	9096	军市增六	π CMa	6	4.62	102 01 23	−20
2726	9096	军市增七	π CMa	6	4.62	102 06 58	−19
2734	9051	天狼增六	θ CMa	5	4.25	101 31 38	−11
2784	9416	弧矢增二十五	CMa	6	5.75	105 09 56	−23
2785	9473	弧矢增二十六	CMa	6	5.76	105 22 28	−25

值		理论值						误差 (O−C)					
纬 δ		赤经 α			赤纬 δ			α		校正 (α)		δ	
41′	00″	067°	19′	02″	+15°	43′	53″	−06′	25″	+06′	55″	−02′	53″
34	20	067	35	55	+15	37	11	+04	23	+04	13	−02	51
40	40	065	30	18	+42	42	52	−05	27	−04	00	−02	12
55	20	062	01	49	−07	53	15	+03	32	+03	30	−02	05
06	40	071	32	31	+02	12	43	−06	25	−06	25	−06	03
42	20	068	02	54	−14	38	39	−01	14	−01	01	−03	41
39	00	074	21	53	−24	35	49	−03	53	−03	32	−03	11
42	00	077	31	09	−07	00	14	+00	31	+00	31	+18	14
35	40	078	24	12	−00	33	43	−05	42	−05	42	−01	57
08	00	074	49	06	−05	21	50	−03	45	−03	44	+13	50
04	20	076	02	07	−12	02	04	+07	08	+06	58	−02	16
27	00	083	50	36	−22	26	32	−09	42	−08	58	−00	28
21	20	098	48	44	+13	23	37	−14	22	−13	59	−02	17
02	00	099	08	52	+13	04	19	−15	48	−15	24	−02	1
28	20	105	19	15	+30	30	34	−14	21	−12	22	−02	14
57	20	110	49	57	+12	59	56	−07	18	−07	06	−02	36
58	40	112	58	19	+05	35	45	−04	50	−04	49	−37	05
52	40	095	58	52	+04	56	36	−08	40	−08	38	−03	56
36	00	096	35	40	+07	42	07	−09	07	−09	02	−06	07
01	40	102	08	45	−19	55	55	−07	22	−06	55	−05	45
58	20	102	08	45	−19	55	55	−01	47	−01	40	−02	25
52	40	101	44	48	−11	50	13	−13	10	−12	53	−02	27
41	00	105	13	25	−23	35	31	−03	29	−03	12	−05	29
13	20	105	49	55	−24	58	25	−27	27	−24	50	−14	55

序号	GC星号	星名		星等		观测			
		中	西	1844	1950	赤经α			赤
2786	10161	弧矢增二十七	Pup	6	5.85	111°	31′	29″	−26°
2787	10184	弧矢增二十八	Pup	6	6.51	111	46	24	−26
2788	10486	弧矢增二十九	Pup	6	6.39	114	40	58	−12
2789	10485	弧矢增三十	Pup	6	5.86	115	04	52	−37
2790	10805	弧矢增三十一	12 Pup	6	5.22	117	58	00	−22
2791	11034	弧矢增三十二	ρ Pup	4	2.88	120	08	19	−25
2814	11494	鬼宿增十九	25 Cnc	6	6.18	124	11	54	+17
2896	11289	柳宿增十一	Cnc	6	6.31	122	07	08	+09
2897	12339	柳宿增十二	60 Cnc	6	5.70	131	40	37	+12
2898	12406	柳宿增十三	α Cnc	6	4.27	132	35	14	+12
3018	12655	轩辕增五十八	79 Cnc	6	6.09	135	15	13	+22
3019	13366	轩辕增五十九	o Leo	5	3.76	143	16	14	+10
3045	13970	张宿增五	Hya	6	5.42	150	31	19	−12

值		理论值						误差 (O－C)					
纬 δ		赤经 α			赤纬 δ			α		校正 (α)		δ	
41′	00″	112°	03′	52″	－26°	41′	53″	－32′	32″	－29′	04″	＋00′	53″
17	40	112	18	03	－26	16	53	－31	39	－28	22	－00	47
23	40	114	52	26	－12	17	19	－11	28	－11	12	－06	21
33	40	115	09	41	－37	32	57	－05	49	－04	36	－00	43
56	20	118	06	41	－22	52	58	－08	41	－08	00	－03	22
51	20	120	14	07	－23	51	05	－05	48	－05	13	－2° 0′	15″
26	20	124	15	54	＋17	33	52	－04	00	－03	49	－07′	32″
17	00	122	17	07	＋09	21	11	－09	59	－09	51	－04	11
08	00	131	52	05	＋12	13	30	－11	28	－11	12	－05	30
23	20	132	30	18	＋12	27	52	＋04	56	＋03	56	－04	35
32	40	135	21	54	＋22	37	57	－06	41	－06	10	－05	17
32	00	143	13	19	＋10	36	09	＋02	55	＋02	52	－04	09
07	20	150	38	05	12	02	45	－06	52	－06	42	－04	35


北
东
西
南
0 5 10

“气”的思想对中国早期天文学的影响

席泽宗

一、“气”的含义和演变

“气”是中国古籍中常用的一个词，是中国古典哲学中的一个基本概念；有时指具体物质，有时指具体物质的一种抽象，含义很广。从最早的文献来看，用在自然现象方面，有两种含义：一是指人们呼吸的气。《论语·乡党》篇有“摄齐升堂，鞠躬如也，屏气，似不息者。”《庄子·盗跖》篇说：“孔子再拜趋走，出门上车，……色若灰死，据轼低头，不能出气。”《管子·枢言》篇说：人“有气则生，无气则死，生者以其气。”郑玄在注《礼记·祭仪》篇时说：“气，谓嘘吸出入者也。”另一种是与天气有关的云气。《庄子·在宥》篇说：“云气不待族而雨，草木不待黄而落。”《吕氏春秋·恃君览·观表》篇有：“天为高矣，而日月星辰、云气雨露未尝休矣。”许慎《说文》总结说：“气，云气也，凡气之属，皆从气。”说到“气”的社会属性，最有名的是《孟子·公孙丑（上）》所说的“浩然之气”，它是“道”和“义”相配合而产生的一种精神状态。由于道义对于人的精神面貌，呼吸对于人的生命，云雨对于农业生产，都是十分重要的，这就使得人们有可能提高到一种理想认识，把它当作是构成宇宙万物的元素和本原。这个思

想可能也产生得很早。《国语·周语》记载周幽王二年（公元前780年）伯阳父讲地震的原因时说："夫天地之气，不失其序；若过其序，民之乱也。阳伏而不能出，阴迫而不能蒸，于是有地震。"伯阳父从天地之气说到阴阳，他大概认为阴阳也是由气构成的。《左传》昭公元年（公元前541年）记载秦国医生和的话说："天有六气，降生五味，发为五色，征为五声，淫生六疾。六气曰阴阳、风雨、晦明也。"在这里，又进了一步，不仅阴阳是由气构成的，风雨、晦明也是由气构成的；这六种气的相互作用、又派生出各种味道、颜色、声音和疾病，这就向气的一元论又前进了一步。然而说得最系统的还是《管子·内业》篇：

> "凡物之精，比则为生。下生五谷，上列为星；流于天地之间，谓之鬼神；藏于胸中，谓之圣人，是故名气。杲（音gǎo）乎如登于天，杳（音yǎo）乎如入于渊，淖乎如在于海，卒乎如在于屺。"

据中华书局出版的《中国哲学史资料简编》先秦部分上册，这段话的译文是："物的精气，结合起来就能生出万物。在地下生出五谷，在天上分布出许多星，流动在天地中间叫做鬼神，在人心中藏着就成为圣人，所以它叫做'气'。有时是光明照耀，好象升在天上；有时是隐而不见，好象没入深渊；有时是滋柔润和，好象在海里；有时是高不可攀，好象在山上。"这些虽也有鬼神和圣人之类的不科学的东西，但却认为它们也和星星、山川、草木以及普通人一样，也是由物质性的"气"构成的，从而否定了鬼神和灵魂可以先于物质而存在，这是物质第一性的朴素的唯物论思想。

《管子》是齐国著作的汇编。二十世纪四十年代刘节[1]和

1）刘节："《管子》中所见之宋钘一派学说"（1943年），后收入所著《古史考存》。

郭沫若[1]不约而同地考证出，《管子》中的“心术”上、下、“白心”和“内业”这四篇是齐国稷下宋、尹学派的著作。宋钘大概与孟子（约公元前372—289年）同时而略早，尹文稍后，他们是师弟关系。宋钘和尹文所谈的“气”，又叫“精气”。“精”和“粗”是相对的。“精”原意为上等细米，《庄子·人间世》有“鼓筴播精”，就是说用小簸箕播细米。所以精气已不是人们呼吸的气，也不是天空的云气，而是一种更为细微的物质。这种物质和气一样没有固定的形式，它小到看不见，摸不着，但可以在任何地方存在，也可以转化成各种具体的有形的东西，用《心术（上）》的原话来说就是：“动不见其形，施不见其得，万物见以得然。”这也可以说是一种最早的“以太”思想。

古希腊米利都学派的代表人物之一阿那克西米尼（Anaximenes，约公元前585—525年），虽然也提出气为万物的本原，认为气受热稀散就变成火，受冷凝聚就变成水、土和石头，气的不断凝聚和稀散，引起自然界的一切变化。但是，阿那克西米尼的这一学说在欧洲影响很小，而《管子·内业》篇中的思想对中国的哲学和科学产生了深远的影响，单《淮南子》一书中，“气”字就出现了二百多次[2]。《黄帝内经·素问·气交变大论》中有一句总结性的话：“善言气者，必彰于物。”就是说，懂得气和气的作用的人，必能对于物质世界有深刻的瞭解。“气”的思想，作为中国医学的理论基础，研究的人很多；作为中国古代天文学的理论基础，至今还没有人作过专题研究。本文先就它在中国早期天文学中的影响作一些探讨，待将来有机会再往下继续研究。

1）郭沫若：“宋钘、尹文遗著考”（1944年），后收入所著《青铜时代》。

2）平岡禎吉：《淮南子に現われた气の研究》，理想社，1961年版，东京。

二、气与四季变化的关系

一年四季，寒来暑往，现在我们知道，这是由于地球在轨道上以约二十三度半的倾角绕太阳公转的结果，古人则认为是由于“气”的作用引起的。现在农历中表示季节变化的二十四节气，即简称为二十四气。二十四气的全部名称，首见于《淮南子·天文训》。《天文训》对昼夜长短和寒暑变化的原因的解释是：“阴阳气均，日夜平分”，“阳气胜则日修而夜短，阴气胜则日短而夜修。”“修”即长，因为淮南王刘安的父亲名刘长（淮南厉王），淮南书中的“长”字均用“修”字代替。《天文训》又说：“日冬至，则斗北中绳，阴气极，阳气萌，故冬至为德。日夏至，则斗南中绳，阳气极，阴气萌，故夏至为刑。”这种认为四季的变化是由于阴阳二气的消长，并且把统治者实行刑罚和庆赏一类的事（“刑德”）跟阴阳二气也联系起来的思想来源很早，《管子·四时》篇里说：“阴阳者，天地之大理也；四时者，阴阳之大经也；刑德者四时之合也。刑德合于时则生福，诡则生祸”，又说：“春凋，秋荣，冬雷，夏有霜雪，此皆气之贼也。刑德易节失次，则贼气速至.贼气速至，则国多灾殃。是故圣王务时而寄政焉，作教而寄武焉，作祀而寄德焉。此三者，圣王所以合于天地之行也。”于是，《四时》篇的作者，便根据这一套天人感应理论，制定出了春夏秋冬四季统治者该做的事和不该做的事，例如：

> “西方曰辰，其时曰秋，其气曰阴，阴生金与甲。其德忧哀，静正严顺，居不敢淫佚。其事号令，勿使民淫暴。顺旅聚收，量民资以畜聚。赏彼群干，聚彼群材，百物乃收，使民勿怠。所恶其察，所欲必

得，我信则克，此谓辰德。辰掌收，收为阴。秋行春政则荣，行夏政则水，行冬政则耗；是故秋三月，以庚辛之日发五政。……”

《吕氏春秋》十二纪继承了《四时》篇中的这一思想，并将《管子·幼管》篇中关于“明堂”（一种具有宗教巫术性质的制度）的论述，以及《夏小正》中的物候历结合起来，于每一纪的开头第一篇讲天文、物候和其他方面的情况，以及在农业生产和政令、祭祀方面统治者所应该做的事情和不应该做的事情。十二月纪有十二篇，汇合起来，就成为一年十二个月的月历。汉朝人把这十二个月的月历编入《礼记》，称为《月令》。《礼记·月令》的出现，更加强了中国天文学的官方性质；然而，我们在这里感兴趣的只是它如何用“气”来解释十二个月：

正月：“是月也，天气下降，地气上腾，天地和同，草木萌动。”

二月：“是月也，日夜分，雷乃发声，始电，蛰虫咸动，启户始出。”据《淮南子》，“日夜分”系由于“阴阳气均”。

三月：“是月也，生气方盛，阳气发泄，生者毕出，萌者尽达。”

四月：据《说文》“阳气已出，阴气已藏，万物见，成文章。”（卷十四下，对“巳”字的解释）。

五月：“是月也，日长至，阴阳争。”

六月：据《吕氏春秋·季夏纪·音律》篇：“草木盛满，阴将始刑，无发大事，以将阳气。”

七月：据《说文》：“阴气成体。”（卷十四下，对“申”字的解释）。

八月：“是月也，日夜分，……杀气浸盛，阳气日衰，

水始涸。”《说文》：“水，准也，象众水并流，中有微阳之气也。”

九月：“寒气总至。”《说文》：“九月阳气微，万物毕成，阳下入地也。”

十月：“天气上腾，地气下降，天地不通，闭而成冬。”

十一月：“是月也，日短至，阴阳争。”

十二月：“命有司大傩旁磔，出土牛以送寒气。”“是月也，日穷于次，月穷于纪，星回于天，数将几终，岁将更始，专于农民，无有所始；天子乃与公卿大夫，共饬国典，论时令，以待来岁之宜。”

三、气与律历的关系

《吕氏春秋·季夏纪·音律》篇说：“天地之气，合而生风，日至则月钟其风，以生十二律。……天地之风气正，则十二律定矣。”《汉书·律历志》里也有差不多相同的一段话。古人看来，风是气的一种表现形式，而刮什么风则和季节有关系；另一方面，管乐器要用气来吹，十二律是根据管的不同长度定出来的；因此律和历就发生了联系，把十二律和十二月相配，就成了传统习惯，“律”“历”二字常常连用。司马迁在《史记·律书》里对“律历”下的定义是：“天所以通五行、八正之气，天所以成熟万物也。”司马贞《索隐》作的注是：“八谓八节之气，以应八方之风。”这八方的风是：西北方的不周风，北方的广莫风，东北方的条风，东方的明庶风，东南方的清明风，南方的景风，西南方的凉风，西方的阊阖风。《史记·律书》的主要内容，就是以这八风为线索，以气为指导思想，对五声、十二律以及与历法有关的十干、十二支、十二月和二十八宿进行解说。例如：

"不周风居西北，主杀生。东壁居不周风东，主辟生气。而东之，至于营室；营室者，主营胎，阳气而产之。东至于危，危，垝也，言阳气之垝，故曰危。十月也，律中应钟；应钟者，阳气之应，不用事也。其于十二支为亥；亥者，该也，言阳气藏于下，故该也。"

《史记·律书》中的这套理论，到《汉书·律历志》更加系统化，以十二律为例：

黄钟："钟者，种也"，"阳气施种于黄泉，慈萌万物，为六气元也。"

大吕："吕，旅也，言阴大，旅助黄钟宣气而牙物也。"

太族："族，奏也，言阳气大，奏地而达物也。"颜师古注："奏，进也。"

……………

根据三分损益率，若黄钟管长九寸，则林钟长六寸，太族长八寸，而其余律管的长度皆非寸的整数，故又以这三个音律代表董仲舒的天统、地统、人统，刘歆把他改编了的历法就叫"三统历"。刘歆认为"太极运三辰、五星于上，元气转三统、五行于下。""元气"一词，大概出现在汉武帝时代，董仲舒的《春秋繁露·王道》篇有："元者，始也"，"王正则元气和顺"；《太平御览·天部》引《淮南子·天文训》开头一段话是"宇宙生元气"，而不是现行本的"宇宙生气"。"元气"是"气"的原始阶段，和日常所见的气不同。"元气"一词出现以后，"精气"就少用了。《淮南子》中的"精"，有时即和"气"同义，例如《淮南子·天文训》"天地之袭精为阴阳"，高诱注："袭，合也；精，气也。"

刘歆又说："太极元气，含三为一。极，中也；元，始也。行于十二辰，始动于子，故孳萌于子，纽牙于丑，……该阂

于亥；出甲于甲，奋轧于乙，……陈揆于癸。故阴阳之施化，万物之终始，既类旅于律吕，又经历于日辰，而变化之情可见矣。”在他看来，十干、十二支、阴阳、律历，千千万万的事物，都是元气运动变化的结果。

其实，不但“三统历”这个名称和“气”的思想有关，就是“三统历”的前身——“太初历”这个名称，也和“气”的思想有关，因为按照当时流行的观点，元气的开始阶段叫做“太初”，关于这一点，留在第五节里再谈。总之，从战国到秦汉时代的历法中，“气”的观念是不可忽视的一个因素。

四、气与天地不坠不陷的关系

《庄子·天下篇》记载说，南方有个奇特的人，名叫黄缭，向“天地所以不坠不陷，风雨雷霆之故”，惠施“不辞而应，不虑而对”，并且对各种事物，都能有所解释。惠施是怎样回答的，没有留下材料，现在只能从一些旁证来寻找当时的答案。我们找到，当时对这几个问题的答案都与气有关。“天地之气，合而生风”，“云气不待族而雨”，这在前面已经引过了。关于雷霆的成因，《庄子·外物》篇里说：“阴阳错行，则天地大絯（骇），于是乎有雷有霆，水中有火，乃焚大槐。”也就是说，阴气包住了阳气，阳气向外猛冲，就发出雷霆的声音，甚至发出雷火，在雨中把大树烧掉。

至于天为什么不塌下来，地为什么不掉下去，这个问题在《庄子》里没有答案，可是在《管子》里早有所议论，不过比较模糊，至今没有引起人们的注意。《管子·白心》篇说：“天或维之，地或载之。天莫之维，则天以坠矣；地莫之载，则地以沉矣。夫天不坠、地不沉，或维而载之也。”据

下文的解释，这个“或”就是“视则不见，听则不闻，洒乎天下满，不见其塞”的东西，也就是精气。到了《黄帝·内经·素问》里才说得明白起来。《素问·五运行大论》里有一段假托黄帝和岐伯的对话：

帝曰：“地之为下，否乎？”

岐伯曰：“地为人之下，太虚之中者也。”

帝曰：“凭乎？”

岐伯曰：“大气举之也。燥以干之，暑以蒸之，风以动之，湿以润之，寒以坚之，火以温之。……故燥胜则地干，暑胜则地热，风胜则地动，湿胜则地泥，寒胜则地裂，火胜则地固矣。”

岐伯的理论是，大地处在宇宙的中心，漂浮在周围的大气之中，大气有燥、暑、风、湿、寒、火六种成分，这六种成分能分别发生干、蒸、动、润、坚、温六种作用，随着各种成分来到地上的数量的变化，便产生各种现象。张衡发明测量地震的仪器，名叫“候风地动仪”，就是根据“风胜则地动”这种思想而取名的。近人有不察之者，以为它是“候风仪”和“地动仪”两个仪器，这是一个误会。

地是浮在气中的，那末天又是怎么回事呢？盖天说者和浑天说者都认为天有个硬壳。有的盖天说者以为这硬壳象一把大伞一样，高高悬在上空，有绳子缚住它的枢纽，周围还有八根柱子支撑着，共工触倒的那个不周山，就是八根擎天柱之一。浑天说者则前进了一步，认为“天地各乘气而立，载水而浮”（《浑天仪图注》）。宣夜说者更进一步，认为天就是气，说“天积气耳，无处无气，若屈伸呼吸，终日在天中行止”，“日月星辰亦积气中之有光耀者”（《列子·天瑞》篇）。天色苍，是因为它高远无极，犹如远山色青，深谷色黑，而青与黑都不过是表象，透过现象看本质，并不是真的有有

形体有颜色的天壳（据《晋书·天文志》）。这样，天的界限被打破了，一切人为规定的高度被否定，在我们面前展开的是一个无限的宇宙，这在人类认识宇宙的历史上是一个飞跃。

不仅如此，宣夜说还认为“气”是天体运动的动力，“日月众星，自然浮生虚空之中，其行其止，皆须气焉”（《晋书·天文志》）。如果再考虑到，刘智在《论天》（约公元274年）里已提出“气”具有超距作用，“无远不至，无隔能塞”（见《全晋文》第39卷），二者配合起来，意义就更为深刻了，可以说是引力思想的一种萌芽。

五、气和天地起源的关系

中国古代关于天地起源的思想一开始就和“气”相联系。“遂古之初，谁传道之？上下未形，何由考之？冥昭瞢（音méng）暗，谁能极之？冯翼惟象，何以释之？明明暗暗，惟时何为？阴阳三合，何本何化？”屈原在《天问》一开头就天地起源理论提出的这几个问题，反映出当时流行的看法是：从浑沌中产生气，气分而为阴阳，阴阳掺合，化生万物。

屈原名平，字正则。《管子·内业》篇说：“凡人之生也，必以平正。”屈原的名字也许就是根据《管子·内业》篇来的。在屈原的另一篇作品《远游》中有“焉托乘而上浮”，“餐六气而饮沆瀣”和“精气入而粗秽除”等句，也反映了宋尹学派对他的影响。我们猜想，屈原对当时流行的天地起源理论也可能是相信的，提出问题只是为了寻得更进一步的说明。而这更进一步的说明，到一百多年以后的《淮南子》中才出现。《淮南子》的《淑真训》、《天文训》和《精神训》都谈到这个问题，而以《天文训》为最详细。根据

《天文训》，气由于轻重和疏密的不同，不断分化，清轻的互相摩盪，向上成为天；浊重的逐渐凝固，向下成为地。清轻的容易团聚，浊重的不易凝固，故天先成，地后定。天地的气结合而分为阴阳，阴阳的气分立而成为四时，四时的气散布出来就成为万物。阳的热气积聚久了产生火，火的精气变成太阳；阴的冷气积聚久了产生水，水的精气变成月亮；太阳和月亮过剩的气变为星星。

在这里，《淮南子·天文训》的作者们，以气为线索，对天地、日月星、四时、万物，描写出了一个演化过程，并对气的来源作了追述："道始于虚霩，虚霩生宇宙，宇宙生元气。""霩"通"廓"，"虚霩"这个概念有点象现代宇宙学

	热爆炸理论	《易纬·乾凿度》	《灵宪》
1	奇点期（10^{-44}秒）：物质处于完全辐射状态，时空开始形成，（10^{32}K）。	太易："未见气也。"郑玄注："以其寂然无物，故名之为太易。"	道根（溟涬）
2	极早期（10^{-36}秒）：重子开始形成，（10^{28}K）。	太初："气之始也"。郑注："元气之所本始。"	道干（庞鸿）
3	早期（10^{-12}秒）：氦、氘、锂等重元素开始形成，（10^{16}K）。	太始："形之始也。"郑注："此天象形见之所本始也。"	
4	现期（10^{-4}秒）：星系胚（巨大的气体星云）开始形成，（10^{12}K）。	太素："质之始也。"（"质"代表物质的刚柔、静躁、清浊等性质）	
5	将来期：从现在到今后。		道实（天元）

中的奇点。如果再把西汉末叶成书的《易纬·乾凿度》中的论述拿来和当前热爆炸理论中宇宙早期演化进行对比，更会发现有惊人的相似之处，现列表比较（见前页）。

从第四阶段到第五阶段是一个转折点，在此以前是理论上的推断，在此以后是观测到的事实。现代宇宙学中所用的理论是基本粒子物理、等离子体物理、热力学、统计物理、量子论和相对论，而中国古代用的只是思辨性的"气"。《易纬·乾凿度》说："气、形、质具而未离，故曰浑沦。"郑玄注云："虽含此三始（太初、太始、太素）而犹未有分判，故曰浑沦，老子曰：'有物混成，先天地生'。"

按《老子》第二十五章是："有物混成，先天地生.……吾不知其名，字之曰道。"第四十二章里又说："道生一，一生二，二生三，三生万物。"《易纬·乾凿度》中的"混沦"就是《老子》中的"道"，《易·系辞》中的"太极"，《吕氏春秋》中的"太一"，扬雄《太玄经》中的"玄"，用热爆炸理论来说就是宇宙开初万分之一（10^{-4}）秒内的原始火球。东汉时许慎编的字典《说文》中说："惟初太极，道立于一，造分天地，化成万物。"古时以天地形成为转折点，现代以星系形成为转折点，这只是随着观测工具的进步，人们的眼界扩大了，其逻辑意义是一样的。

《易纬·乾凿度》的天地形成理论，不但上有源，而且下有流。班固在《白虎通议·天地》篇里引作论据，张揖编的《广雅·释天》里有详细叙述，东晋时编的《列子·天瑞》篇中全文照抄，就连曹植写的《魏文帝诔》和陆机写的《吴大帝赋》中也都在大谈"皓皓太素，两仪始分"，"皇朝膺期，有命太素"，足见其流传之广和深入人心了。我们这里要特别一说的是王符（约85—162年）和张衡（78—159年）的发展。

张衡的朋友王符在《潜夫论·本训》篇里说："上古之

世，太素之时，元气窈冥，未有形兆，万精合并，混而为一，莫制莫御。若斯久之，翻然自化，清浊分别，变成阴阳。阴阳有体，实生两仪。天地壹郁，万物化淳，和气生人，以统理之。”这段话的大意是：天地没有形成的太素时代，一团广大的元气，没有形状，也不受什么力量控制和驾驭，只是许多精气合并着、混合着。这样混沌的情况，经过了一段很长的时间以后，突然自己发生变化，分成清浊二种，清的变成阳气，浊的变成阴气，阳、阴二气成为有形的东西就是天和地。天气和地气繁盛郁积，化生万物，那中和的气化生为人，统治万物。

把《潜夫论》中的这段话，和众所周知的张衡《灵宪》中关于天地起源的一段话进行对比，就会发现，二者基本上相同，都是上承《易纬·乾凿度》，以太素为一个分界限，太素以前是混沌状态，气按照刚柔和清浊的不同一分为二，形成天地；天地之气再积聚构合，生出万物。不同于前人的是，张衡更换了几个名词，他把“道”分配在演化的整个进程中。他所说的道根（溟涬）相当于太易阶段，道干（庞鸿）相当于从太初到太素三个阶段。太素以后，元气一分为二，形成天地万物的阶段，张衡把它叫做道实（天元）。

张衡的这些名词和说法，在徐整的《三五历纪》和皇甫谧的《帝王世纪》中都采用了，也为现今一般人所熟悉。但我们认为，在宣传《灵宪》的同时，也应给《易纬·乾凿度》和《潜夫论》以应有的地位。

* * * *

由上所述，不难看出，如同在中国医学中一样，“气”的思想也贯串在中国天文学的各个领域，只有从思想史的角度，把这个问题理清楚了，才能了解古人当时是怎样想的，才能还历史以本来面目。本文只是一个开端，抛砖引玉，希望以后能有更深人的研究问世。

论汉代的天地起源说

孙述圻　宣焕灿

恩格斯曾经指出："在希腊哲学家看来，世界在本质上是某种从浑沌中产生出来的东西，是某种发展起来的东西、某种逐渐生成的东西。"（《自然辩证法》，1971年版第10页）和希腊哲学家相类似，我国古代一些唯物论者也认为现存世界是从浑沌的原始物质状态逐渐生成的。早在战国时期，屈原在他的著名长诗《天问》中，就对天地的起源提出了很多问题。从这一长诗中，我们清楚地看出，认为天地在形成前，处于一种"冥昭瞢闇"、"冯翼惟像"[1]的混沌状态的思想当时就已经存在了。在这以后，成书于秦汉之际的《黄帝内经》中也有如"清阳为天，浊阴为地"[2]这样的论述，认为由于阴气和阳气的分离而导致了天地的开辟。而最早全面地论述天地和日、月、星辰起源和演化的则应推西汉时代淮南王刘安等人所作的《淮南子》。《淮南子·天文训》中说："天墬（地）未形，冯冯翼翼，洞洞灟灟，故曰太始。道始于虚霩，虚霩生宇宙，宇宙生气。气有涯垠，清阳者薄靡而为天，重浊者凝滞而为地。清妙之合专易，重浊之凝竭难，故天先成而地后定。天地之袭精为阴阳，阴阳之专精为四时，四时之散精为万物；积阳之热气生火，火气之精者为日；积阴之寒气为水，水气之精者为月；日月之淫精为星辰。"[3]这段话描述了处于"冯翼洞灟"的无边无际的混沌状态的原始物质怎样在其自身的运动发展中分出清轻和重浊的两种元气，并逐渐形成天地和日、月、星辰的过程。

到了东汉时期，杰出的科学家张衡对《淮南子》中的天地起源说作了进一步的阐述：“太素之前，幽清玄静，寂寞冥默，不可为象，厥中惟虚，厥外惟无。如是者永久焉，斯谓溟涬，盖乃道之根也。道根既建，自无生有，太素始萌，萌而未兆，并气同色，浑沌不分。故《道志》之言云：‘有物混成，先天地生’。其气体固未可得而形，其迟速固未可得而纪也。如是者又永久焉，斯谓庞鸿，盖乃道之干也。道干既育，万物成体，于是元气剖判，刚柔始分，清浊异位，天成于外，地定于内。天体以阳，故圆以动，地体于阴，故平以静。动以行施，静以合化，堙郁构精，时育庶类，斯谓天元，盖乃道之实也。”[4]张衡在这里把天地万物的生成发展概括为三个阶段：第一阶段叫做“溟涬”，它是“道”的“根”基，这是形成天地的原始物质处于虚无无形的“太素之前”的阶段；第二阶段叫做“庞鸿”，它是“道”发育的枝“干”，这是形成天地的原始物质发展到“并气同色，浑沌不分”的“太素始萌”的阶段。第三阶段叫做“天元”，它是“道”结成的果“实”，这是“元气剖判”，天地形成，万物滋育的阶段。

除此以外，在《淮南子》的《俶真训》和《精神训》中也对天地的起源作了很有价值的讨论。对于《淮南子》和《灵宪》中这些出色的论述，郑延祖同志在《中国古代的宇宙论》这篇论文中对它们给予了完全否定的评价[5]，文中主要列述了二条理由：

其一，《淮南子》和《灵宪》中都主张“道”是宇宙的本原，而“道”是精神，是思维，“道”的第一性就是精神的第一性，因此是唯心主义的。

其二，《淮南子》和《灵宪》上承《老子》哲学，下接宋代周敦颐的“无极而太极”，都是主张“有生于无”的，

因此是唯心主义的虚无创生论。

我们认为这种说法是不恰当的。我们提出如下的几点看法，愿和郑延祖及其他同志共同讨论这个问题。

（1）两种对立的“道”的观念和《淮南子》、《灵宪》中“道”的唯物主义性质：

自从先秦时期《老子》中提出“天下之物生于有，有生于无”[6]的绝对精神观念“道”以后，“道”的观念有了二个截然不同的方向的发展。

庄周进一步对“道”的观念作了唯心主义的发挥。他说：“有先天地生者，物邪？物物者非物。”[7]明确提出了产生物质的东西是非物质的。又说：“有以为未始有物者，至矣尽矣，不可以加矣。”[8]就是说只有认为世界上从来就没有物，这样才能算是最完善的认识。他还说“道”是“自本自根，未有天地，自古以固存。神鬼神帝，生天生地。”[9]把“道”说成是先于天地甚至鬼神、上帝而存在的绝对精神，这表明庄周继承并发展了《老子》的唯心主义体系。

和庄周几乎同时代的宋钘、尹文则对老子的“道”进行了唯物主义的改造，在宋、尹一派的有关著作（《管子》的白心、内业、心术上、心术下四篇[10]）中，他们有时说到“道”，有时又说到“气”（或说“精”、“精气”），但“道”和“气”都具有下列几个特点：

①“道”和“气”都是大到充满宇宙，小到不可分割的物质实体，如：“道在天地之间也，其大无外，其小无内”[11]，而“气”也是“其细无内，其大无外”。[12]

②“道”和“气”都是万物的本原。如：“凡道无根无茎，无叶无荣。万物以生，万物以成，命之曰道”。[12]在谈到精气时也说：“凡物之精，比则为生，下生五谷，上为列星。”[12]

③万物都统一于“道”或“气”，而“道”或“气”本身却是不变的，永恒存在。如谈到“道”是“徧流万物而不变”[11]，而在谈到“气”时则说“化不易气”[12]。

④“道”和“气”本身又都是无形的。如“虚无无形谓之道”，[11]而对“气”的描述是：“是故此气，杲乎如登于天，杳乎如入于渊，淖乎如在于海，卒乎如在于屺”[12]也是无形而捉摸不定的。

从以上几点，我们可以看到，宋钘、尹文的“道”是指“在天地之间”的万物所由造成的物质本原，而不是指凌驾于天地万物之上的绝对精神。在宋、尹把“道”作为物质实体看待时，他们常常把“道”看成是极细微的“精气”。但在宋、尹的思想中“道”也还有规律的意思，如他们说“天之道虚，地之道静”，[13]“不见其形，不闻其声，而序其成，谓之道”，[12]还说“道”能使“万物皆得以然”[11]等等。这后一层意思的“道”后来特别被荀况、韩非所发挥。荀况说“天有常道矣”，[14]又说“万物为道一偏”；[14]韩非说“道者，万物之所然也”，“道者，万物之所以成也”。[15]荀况、韩非这种道的观念显然是对宋、尹的“万物皆得以然”、“不见其形，不闻其声，而序其成”的论述的发挥，这种“道”的含意主要是指自然界本身及其内在规律，所以韩非又说，“道”使得“天得之以高，地得之以藏，维斗得之以成其威，日月得之以恒其光……”[15]这样，宋、尹、荀、韩的“道”的观念或者是指构成世界的最基本的物质实体“精气”，或者是指自然界自身及其内在规律，或者是两种含义兼而有之。这种“道”已不再是老子、庄周那种把“道”看成凌驾于物质世界之上的绝对精神的唯心主义观念，而是具有唯物主义性质的概念了。

既然先秦时期，“道”的观念存在着这样根本对立的两

大家，那我们就得对《淮南子》和《灵宪》中的“道”究竟继承了先秦时期那一家进行具体的分析。先来看《淮南子》，在该书《原道训》中对“道”有很详细的论述：“夫道者，覆天载地，廓四方，柝八极，高不可际，深不可测，包裹天地，禀授无形。原流泉浡，冲而徐盈，混混滑滑，浊而徐清。故植之而塞于天地，横之而弥于四海，施之无穷而无所朝夕。舒之幎于六合，卷之不盈于一握。约而能张，幽而能明，弱而能强，柔而能刚。横四维而含阴阳，纮宇宙而章三光。甚淖而滒，甚纤而微；山以之高，渊以之深，兽以之走，鸟以之飞，日月以之明，星历以之行，麟以之游，凤以之翔。”这里论述的“道”有以下几个特征：

①它本身是无形无象的。

②它至大可以充塞天地之间，至小可以不盈于一握。

③它有相反相成的能动作用，即“约而能张，幽而能明，弱而能强，柔而能刚。”

④它是万物的本原，万物有了它才具有各自的特性。

和前文相对照，《淮南子》中对“道”的这种论述显然是继承了宋、尹一派的观点，而与庄周的那种唯心主义的“道”的观念毫无共同之处。

在成书比《淮南子》约早一个世纪的《吕氏春秋》中有这样一段论述：“精气之集也，必有入也。集于羽鸟，与为飞扬；集于走兽，与为流行；集于珠玉，与为精良，集于树木，与为茂长；集于圣人，与为夐明.”[16]这和《淮南子》中所论述的“兽以之走，鸟以之飞”的“道”在文字上都非常相似。另外，代表汉初黄老之学思想的长沙马王堆汉墓出土的古佚书《道原》[17]中也说，“道”“天弗能复(覆)，地弗能载。小以成小，大以成大，盈四海之内，又包其外。”“鸟得而蜚（飞），鱼得而流（游）兽得以走，万物得之以

生，万事得之以成。”“高而不可察也，深而不可则（测）也”这和《淮南子》中所论述的“道”也是多么的相似。这样，从《管子·内业》等四篇到《吕氏春秋·尽数篇》、佚书《道原》等篇再到《淮南子》，我们看到了其思想体系发展的一个梗概。由此我们更可以肯定《淮南子》中的“道”是物质性的，它是指一种虚无无形的极精微的原始物质实体，而决不是指超越物质世界之上的绝对精神。

至于张衡在《灵宪》中所提到的“道”也是一种物质性的“道”，而不是什么绝对理念，更不是主宰万物的神灵。《灵宪》中的“道”主要有两方面的涵义：

其一，“道”就是自然。张衡说：“玄者，无形之类，自然之根，作于太始，莫之与先。”[18]这是张衡关于宇宙本原的重要论述，张衡认为无形的“玄”是最根本的，是作为“自然之根”的宇宙始原。从时间上，它是最早的，“作与太始，莫之与先”，从性质和状态上看，它是无形的物质实在；从作用上看，它“构掩乾坤，橐籥元气”[18]，是宇宙万物所由生。张衡在《灵宪》中所说的“道根”，就是《玄图》中的“自然之根”（即“玄”），而“道”就是“自然”，就是自然界本身。

其二，“道”的又一涵义是，宇宙万物生成演化的过程和规律。这个“道”就是宋钘、尹文的为天地万物“序其成”的“道”的发挥。张衡在《灵宪》中用“道之根”、“道之干”、“道之实”来序列宇宙万物生成演化的过程，概括由无形无象的太始，到混沌不清的太素元气，再到天地剖分、万物滋育的三个发展阶段。这种演化过程和发展阶段本身就包含有“道”是“万物之所然也，万理之所稽也”[15]的宇宙总规律的深刻看法的，它绝不是什么唯心主义的概念！

（2）《淮南子·天文训》中的“太始”、“虚霩”是指原始物质存在的一种状态，并不表示绝对的空无、不存在。

《天文训》中一开始就说：“天墬未形，冯冯翼翼，洞洞漏漏，故曰太始。”东汉高诱注：“冯翼洞漏，无形之貌”[9]，《精神训》中说：“窈窈冥冥，芒芠漠闵，澒濛鸿洞，莫知其门”，高诱也为之作注说：“皆未成形之气也”[10]，高诱的这些注是符合《淮南子》原意的。《淮南子》认为天地在形成前处于“冯翼洞漏”的浑沌状态，对于这种状态，《天文训》中称之为“太始”、“虚霩”，而在另一些地方则用“无”、“无形”来描述，但它都清楚地主张有原始物质存在着，而不是说天地形成前处于绝对的空无状态。这从以下几点可以清楚看出：

①《淮南子·诠言训》中说：“洞同天地，浑沌为朴，未造而成物，谓之太一。同出于一，所为各异，有鸟有鱼有兽，谓之分物。方以类别，物以群分，性命不同，皆形于有，隔而不通，分而为万物，莫能及宗，故动而谓之生，死而谓之穷，皆为物矣，非不物而物物者也。”这里的“浑沌为朴”的“朴”，是指素材、本原。这个概念来自《老子》，《老子》中说：“道恒无名，朴唯（虽）小，而天下弗敢臣”[6]。就是说绝对精神观念“道”是万物的本原（“朴”），它虽然小，天下却没有什么能支配它，强调了“道”的至高无上地位。但《淮南子》却明确指出：“洞同天地，浑沌为朴”，认为天地万物，是以浑沌状态的原始物质为本原的，这表明《淮南子》和《老子》哲学是根本对立的。我们再看“皆为物矣，非不物而物物者也”这句话，它和庄周的“物物者非物”[7]的唯心主义命题是根本对立的，庄周认为产生物的东西不是物，而《淮南子》则认为产生物

的东西“非不物”，即仍然是物。因此《淮南子》认为尽管物质世界“所为各异，有鸟有鱼有兽”，有各种类别的事物，但却都统一于元初的物质（“同出于一”），在这个物质世界之上不存在一个至高无上的创世主或精神力量去造就万物，万物是从原始的浑沌状态自然而然地形成的，这就叫做“太一”（“未造而成物，谓之太一”）。将《淮南子·诠言训》这段话和《淮南子·天文训》相对照，我们可清楚地看出，天地未形成前的“冯冯翼翼，洞洞漏漏”状态就是“洞同天地，混沌为朴”的原初混沌状态，两者完全一致。

②在《淮南子·俶真训》中，作者把世界的生成从时间上和空间上分成几个不同的阶段，认为在世界形成（“有”）前，有一个“无”的形态阶段。这个阶段的物质虽然看不见、听不到、摸不着，但又浩浩瀚瀚，广大得不可计量，是一种无形的物质状态。作者还认为，追溯到世界发生前的最早阶段，也只能从存在着无形的物质（“有无”）这一起点出发，而不能从绝对的空无（“无无”）出发。这就清楚地表明，所谓“无”只是指无形的一种物质状态，而不是指绝对的空无。至于《俶真训》中的天地起源说，我们将在下面作详细的讨论，此处暂不多议。

③《淮南子·原道训》中，对无形是什么作了十分清楚的阐明。文中不仅明确提出“夫无形者，物之大祖也”、“无形而有形生焉”，认为无形是最基本的物质状态，有形是从无形中产生的。而且进一步指出：“所谓无形者，一之谓也。所谓一者，无匹于天下者也，卓然独立，块然独处，上通九天，下贯九野，圆不中规，方不中矩。大浑而为一，叶累而无根。怀囊天地，为道关门。”也就是说，无形就是一，就是没有确定形像（“圆不中规、方不中矩”）的、漫无边际（“上通九天，下贯九野”）的原始混沌状态（“大

混而为一”），它自然而然地形成枝叶累累般的万有世界，但又没有一个至高无上的创世主或精神力量来主宰（“叶累而无根”），它蕴育了天地，是“道”的根本（“怀囊天地，为道关门”），这段话把无形的含义说得非常清楚。

从《淮南子》以上各篇的论述来和《天文训》相对照，我们可以看出，它们的思想非常一致，都主张在天地形成前处于无形无象的原始混沌状态。这更证明了《天文训》中所说的“太始”、“虚霩”是物质存在的一种形态，而决不是指绝对的空无。这正如任继愈先生所指出的：“《淮南鸿烈》的《天文训》中这一段关于宇宙开始的论述，不能理解为无中生有。因为它说的是天地万物是从混混沌沌、无形无象的原始状态中开始的，它是无限的、无定形的。”[20]我们认为这一结论是完全正确的。

那么《淮南子·天文训》中“天墬未形，冯冯翼翼，洞洞灟灟，故曰太始。道始于虚霩，虚霩生宇宙，宇宙生气”这一段话究竟应该怎样来理解呢？我们认为应该这样理解：天地在未形成前，处于一种冯翼洞灟的混沌状态，这一状态叫做“太始”又称为“虚霩”。“太始”和“虚霩”两者的含义又有所不同，“太始”更强调其时间上的特性，表明这种原始物质处于最初的“太始”阶段，“虚霩”则更强调其空间上的特性，表明了原始物质占有了极其浩瀚的空间。“道始于虚霩”，就是说“道”在最初的虚霩状态下就已经存在了。这里的“道”就是指在“太始”阶段、在虚霩状态下的虚无无形的原始物质本身。它和“太始”、“虚霩”等概念的区别在于：天地形成后，“太始”阶段早已过去，一片混沌的“虚霩”状态当然也不再存在，但按照宋、尹及汉初黄老之学的观点，道是“偏流万物而不变”[11]的，它可以化生成万物，但万物又复归于它，因此“道”不仅在

天地形成时就存在着，而且它作为万物的本体是永恒存在着的。至于这里所说的“宇宙”，是指天地形成前的那部分宇宙，指的是有限的空间。[21]《天文训》认为，从“虚霩”的物质状态中产生出形成天地的那部分宇宙，当这种“虚霩”的物质状态发展到一定阶段又成形而变为气，这就是所谓“虚霩生宇宙，宇宙生气”的含义。这里虽然认为“气”成形前有一个“气”未成形的阶段，但是由于它肯定了“气”形成前也是一种物质存在的状态，所以依然是承认物质的第一性的，是朴素唯物主义的。

（3）《灵宪》中的“自无生有”乃是“无形而生有形”之意，它的“虚”、“无”等概念也并不表示绝对的空无，而是对原始物质存在的一种描述。

在对《灵宪》一文中的天地起源说进行剖析以前，我们必须先考证一下《灵宪》中“厥中惟虚，厥外惟无”这句引文，郑延祖同志在《中国古代的宇宙论》一文中说：“张衡在《灵宪》里把天地的形成分成两个阶段，太素以前，是一片空虚，当中只有一个‘灵’，此外什么也没有。”认为张衡在他的天地起源说中引入了一个很重要的概念——“灵”，似乎以后的一切都是“灵”的产物。这就使我们必须弄清楚《灵宪》原文究竟是“厥中惟虚”还是“厥中惟灵”？张衡的《灵宪》作于东汉安帝元初五年（公元111年），[22]原文以后佚失，现尚保存《灵宪》一文的辑本有梁朝刘昭的《续汉书·天文志》注（以下简称刘注本）、唐代瞿昙悉达著的《开元占经》（以下简称《占经》）、明代张溥的《汉魏六朝百三名家集》（以下简称张本）、清代洪颐煊辑的《经典集林》（以下简称洪本）、清代马国翰的《玉函山房辑佚书》（以下简称马本）、清代严可均的《全上古三代秦汉六朝文·全后汉文》（以下简称严本）等。另外宋

代李昉等人编的《太平御览》则辑有《灵宪》一文中的有关段落。据孙文青先生考证，以上辑本中以洪本和严本（特别是严本）最为精审[22]。这一论点已得到学术界公认。因此解放后，中国科学院哲学研究所编辑出版的》中国哲学史资料选辑》中收录的《灵宪》一文就是依据严本辑录的[23]。洪本[24]和严本[25]所辑的《灵宪》的原文都是"厥中惟虚，厥外惟无"。同时以上辑本中，显然又以刘注本为最早。解放后，根据该书的最可靠版本经有关专家校点后重印了《后汉书》，书中所录《灵宪》的有关引文也是"厥中惟虚，厥外惟无"[26]。只有《占经》[27]张本[28]、马本[29]的辑文是"厥中惟灵，厥外惟无"，后两家的辑文很可能辑自《占经》，而《占经》的辑文是比较粗疏的，例如《灵宪》中"天体于阳，故圆以动；地体于阴，故平以静"，瞿昙悉达竟把它错辑成"天体于阳，故圆以动，地体于阴，故方以静"。另外，成书年代介于《占经》与张本之间的《太平御览》的这段辑文则是"厥中惟灵"，没有下句"厥外惟无"，又与《占经》及张本不同，这里显然有讹错。我们还查阅了晋代皇甫谧作的《帝王世纪》，该书中说："太素之前，幽清寂寞，不可为象，惟虚惟无，盖道之根。道根既建，由无生有，太素质始萌，萌而未兆，谓之庞洪，盖道之干。既育万物成体，于是刚柔始分，清浊始位，天成于外而体阳，故圆以动，盖道之实。"[31]非常明显，这段话是从《灵宪》中摘抄来的，而其中有"惟虚惟无"字样，这更是《灵宪》原文应该是"厥中惟虚，厥外惟无"的有力印证。郑延祖同志不用学术界公认为最好的洪、严两氏的辑本，也不采用辑有该文的最早的本子刘注本，而却采用比较粗疏的辑本作为肯定张衡的唯心主义的宇宙创生论的重要论据，是不够审慎的。

通过上面版本问题考证的这一段讨论，我们认为郑延祖

同志把《灵宪》中的天地起源说说成是“太素以前，是一片空虚，当中只有一个‘灵’，此外什么也没有”的说法是不恰当的。那么“厥中惟虚，厥外惟无”是不是指绝对的空无，“道根既建，自无生有”是不是指从绝对的空无化生为有呢？不是的。我们认为《灵宪》中的“自无生有”乃是“无形而生有形”之意，而“厥中惟虚，厥外惟无”则是对原始物质状态的一种描述。理由如下。

其一：前面已经提到，张衡在《玄图》一文中说：“玄者，无形之类，自然之根，作于太始，莫之与先。”这里的“自然之根”就是《灵宪》中的“道之根”，也就是“作于太始”的“无形之类”的宇宙始原。既然“道之根”和“无形之类”相对应，那么显然“道根既建，自无生有”的“无”就是指“无形”，因此“自无生有”就包含着“无形而生有形”的意思。

其二：《灵宪》中说：“太素之前，幽清玄静，寂寞冥然，不可为象。厥中惟虚，厥外惟无，如是者永久焉。斯谓溟涬，盖乃道之根也。道根既建，自无生有……”这里显然可以看出，自无生有的“无”是和“道根”这个阶段相对应，即和“厥中惟虚，厥外惟无”的所谓“溟涬”的原始状态相对应。“溟涬”这个词在汉代一些著作中多次出现，如《淮南子》中说“江淮通流，四海溟涬”[32]，这里的“溟涬”就是指一种浩瀚混茫、漫无涯际的物质存在状态。再如，据东汉王充记载：“儒书又言：溟涬濛澒，气未分之类也。”[33]可见当时的儒书中也都使用“溟涬”一词来表示气未分前的一种物质状态。而张衡却用“溟涬”一词来概括“道之根”这个阶段，这就清楚地表明，“道根既建，自无生有”的“无”并不是指绝对的空无。

其三：“无形而生有形”这一观念在汉代相当普遍。反

映了汉初黄老之学思想的古佚书《经法》中说："虚无刑(形)，其裻(督)冥冥，万物之所从生"。[17]《淮南子》中也说："夫无形者，物之大祖也。"[34]又说："由此观之，无形而生有形，亦明矣。"[35]汉末的唯物主义思想家王符提出"上古之世，太素之时，元气窈冥，未有形兆，万精合并，混而为一，莫制莫御。若斯久之，翻然自化，清浊分别，变成阴阳。阴阳有体，实生两仪。天地壹郁，万物化淳"，[36]明确地主张天地是从"未有形兆"的原始物质状态演变而来的。

在汉代某些纬书中也保存了一些有关天地生成的思想资料。汉代《孝经纬》中说："天地未分之前，有太易，有太初，有太始，有太素，有太极，是为五运。形象未分，谓之太易；元气始萌，谓之太初；气形之端，谓之太始；形变有质，谓之太素；质形已具，谓之太极。五气渐变，谓之五运。"[37]这里把天地未分之前分成五个阶段("运")，而且明确指出这五个阶段是"五气渐变"的过程，即怎样从"形象未分"的"气"变到质形已具的"气"，这就明确地说明了从第一阶段起就有物质存在着，而并不是从绝对的"空无"化生为"有"。而另一本纬书"易纬"中则说："夫有形生于无形。"[38]《孝经纬》和《易纬》都是讲谶纬迷信的书，但是即使在这样的书中所保存的有关天地生成的思想资料中也没有从绝对空无变为有的观念，这就更值得我们深思。

综观汉代有关天地起源方面的文献资料，我们可以看出，认为天地是从"无形而生有形"的过程中形成的观念是相当普遍的，而我们却找不到一个汉代有关天地生成的论述是讲世界是从绝对的空无化生为有的。列宁曾指出："在分析任何一个社会问题时，马克思主义理论的绝对要求，就是要把问题提到一定的历史范围之内"。(《论民族自决权》，《列宁选集》第二卷第512页)只要我们把《灵宪》放

在汉代这样的历史范围之内来进行分析，我们就没有理由说唯独《灵宪》是主张从绝对的空无变为有的天地生成说。

从上面三点，我们认为《灵宪》中的“自无生有”乃是“无形而生有形”之意。因此，如果以“道根既建，自无生有”这样的话来证明《灵宪》中的天地起源说是虚无创生论，这显然是不恰当的。

《灵宪》继承了《淮南子·天文训》的天地起源说的论点，认为在天地形成过程中，在元气形成前有一个未成“气”的阶段。它把“厥中惟虚，厥外惟无”的所谓“溟涬”的物质状态和元气分开，认为“溟涬”的物质状态比元气更根本，这种讨论并没有否定物质的第一性，因此如果根据《灵宪》中认为存在一个比元气发生更早的阶段就断定它是唯心主义的显然也是不恰当的。

（4）“虚”、“无”是中国古代哲学基本范畴之一，唯物主义者和唯心主义者都曾运用它，但对它作了截然不同的解释。我们必须审慎地、具体地进行分析研究。

早在先秦时期，就有了对“虚”、“无”观念的朴素唯物主义的解释，宋钘、尹文就提出“虚者，万物之始也”，[11]认为“虚”是万物的本始。这里的“虚”并不是指一无所有，而是十分精微和虚而无形的“道”（或“精气”）的代名词，所以他们也说“虚无无形谓之道”。[11]汉初贾谊对此说得更清楚：“道者，所从接物也，其本者谓之虚……虚者，言其精微也”。[89]把“虚”看成一种精微的物质，它是“道”的根本。代表汉初黄老之学思想的古佚书《道原》中说“恒先之初，迵同太虚，虚同为一，恒一而止。湿湿梦梦，未有明晦”，[17]认为天地形成前，“迵同太虚”统一于一团混沌。成书于汉初的《黄帝内经》中说“太虚寥廓，肇基化元，万物资始，五运终天，布气真灵，揔统坤元，九星悬

朗，七曜周旋”，〔40〕认为“太虚”是万物的本始，日月星辰存在和运行的根源。这里的“太虚”和《道原》中的“迵同太虚”一样，不仅有“太空”的含义，更主要的还包含着一种精细物质或“气”的含义，《淮南子》和《灵宪》中的“虚霩”、“虚”、“无”概念正是在这些思想的基础上发展起来的。

有其源必有其流，从宋钘、尹文到贾谊、《道原》、《黄帝内经》再到《淮南子》和《灵宪》，把“虚”（或“太虚”）、“无”作为宇宙的始原，作为肉眼不可见的、溟涬濛鸿的原始物质状态，这一我国古代唯物主义的基本哲学概念，为隋唐以后的进步思想家所继承，并加以发展。唐代的刘禹锡说：“若所谓无形者，非空乎？空者，形之希微者也”。又说：“古所谓无形，盖无常形尔”。〔41〕明确提出虚空是有形物质的一种“希微”状态，古时所谓的无形，仅仅是物质不具有通常的形态吧了。宋代唯物主义思想家张载说：“太虚无形，气之本体”。又说：“气本之虚则湛，本无形，感而生，则聚而有象”。〔42〕认为“太虚”是“气”的原始状态，它是无形的，由于其中阴阳两种势力的交感作用，才变化成各种有形的现象和事物。明清之际的王夫之更深刻地论述说：“虚空者，气之量。气弥沦无涯而希微不形，则人见虚空而不见气。凡虚空皆气也。聚则显，显则人谓之有，散则隐，隐则人谓之无”，〔43〕这是说“虚空”是“气”的一种表现形态，它具有两个特点：一是“弥论无涯”，一是“希微不形”，由于这种气“散则隐”，目不可见，因此人们称之为“无”。这是对“虚”、“无”概念所作的清晰而透彻的唯物主义的解释，与汉代的《淮南子》、《灵宪》完全是一脉相承的。

至于唯心主义的“虚”、“无”观念，最早出自《老

子》。《老子》中说"天下之物生于有，有生于无"[6]，这里的"有生于无"和《淮南子》的"自无蹠有"[44]以及《灵宪》中的"自无生有"在概念上根本不同。我们前面已经详细地论证了《淮南子》和《灵宪》中的"无"是指"无形"，"自无蹠有"（或"自无生有"）是指物质从无形的形态到有形的形态的转化。而《老子》并没有去讨论天地的起源和演化问题。它提出的第一个问题就是什么是本体的问题。也就是现代哲学中所说的物质和精神谁是第一性的问题。"有生于无"是《老子》对这一根本问题的重要表述。这里的"有"就是指客观存在的物质世界，"无"就是指绝对精神观念"道"，"有生于无"就是说客观存在的物质世界由绝对精神观念"道"所派生。正因为这样，《老子》中又明确地说"道生一、一生二、二生三、三生万物"，[6]这里的一、二、、三直至万物，都是指客观存在，它由一个凌驾于万物之上的本体观念"道"所派生，由于"道"本身又没有物质的实在性，所以在《老子》中又用和"有"相对立的"无"来等同于"道"。

魏晋玄学中的"虚"、"无"观念是直接继承老庄哲学的。魏晋玄学的代表人物王弼说："天下之物，皆以有为生，有之所始，以无为本。"[45]这里的"虚"和"无"是和"有"根本对立的，而且和《老子》哲学一样，都是作为本体观念来论述的。王弼认为天下之物之所以存在着，是因为有一个绝对精神观念"无"作为它的本体，这就是所谓"有之所始，以无为本"。王弼还明确提出要"崇本息末"[46]，认为只有"无"才是至高无上和超越一切的，这样的本体观念"无"当然是唯心主义的了。

佛教的"虚"、"无"观念也是唯心主义的。南北朝时期僧肇说："夫至虚无生者，盖是般若玄鉴之妙趣，有物之

宗极者也”。[47]也就是说，一切虚无，没有实体，这是般若探远的神妙宗旨，是万物的最高原则。用一切“虚无”来否定世界的客观存在。这到了唐代禅宗的代表人物慧能就更加露骨了。慧能当上六祖大师就是靠一首被他的师祖赏识的偈。这首偈说：“菩提本无树，明镜亦非台，本来无一物，何处惹尘埃。”[48]这里的“虚”、“无”观念非常明确，就是“本来无一物”，就是主张“世界虚空”[49]。慧能明确提出了客观物质世界是“虚”是“无”，根本不是真实存在，只是主观意识的幻像。这种“虚”“无”观念当然是唯心主义的。

到了宋代，周敦颐接过老、庄哲学的衣鉢，提出了“无极而太极”[50]的命题，他说：“五行一阴阳也，阴阳一太极也，太极本无极也”。[50]认为阴阳五行、天地万物都由他那个先验地构想出来的“太极图”中的“无极”概念派生，把“无极”概念置于客观存在的物质世界之上，这样的“无极”和《老子》哲学中的“道”一样，也只能是一个唯心主义的绝对精神观念。

恩格斯说：“每一时代的理论思维，从而我们时代的理论思维，都是一种历史的产物，在不同的时代具有非常不同的形式，并因而具有非常不同的内容”（《自然辩证法》71年版第27页）。比如“气”，中国古代唯物论者都认为它是最根本的物质，但是孟轲所谓“集义所生者”的能塞于天地之间的“浩然之气”，[51]《白虎通义》中“魂”为“少阳之气”，“魄”为“少阴之气”的“气”[52]，则显然都是唯心主义的神秘概念了。“虚”、“无”的概念也是如此，《淮南子》和《灵宪》中的“虚”、“无”概念是指一种在“气”成形前的未规定的物质，而唯心主义者的虚无概念，“事实上只是思想虚无的对偶语，所以是真正的虚无。”

（《反杜林论》，1970年版第41页）两者不容混淆。如果我们不进行具体的、历史的分析，而囿于字面上的含义，一见文献上“虚”、“无”字样，就以为是唯心主义的东西，显然是不恰当的。那样就势必会把《淮南子》和《灵宪》中朴素唯物论和朴素辩证法的天地起源说错误地当成糟粕而加以抛弃了。

（5）对《淮南子·俶真训》中的天地起源说的探讨。

在《淮南子》中，除《天文训》外，在《俶真训》中也对天地的生成作了精采的论述，也值得我们加以仔细的剖析。《俶真训》中说：“有始者，有未始有有始者，有未始有夫未始有有始者。有有者，有无者，有未始有有无者，有未始有夫未始有有无者。所谓有始者，繁愤未发，萌兆牙蘖，未有形埒垠堮，无无蠕蠕，将欲生兴，而未成物类；有未始有有始者，天气始下，地气始上，阴阳错合，相与优游竟畅于宇宙之间，被德含和，缤纷茏苁，欲与物接，而未成兆朕；有未始有夫未始有有始者，天含和而未降，地怀气而未扬，虚无寂寞，肖条霄霏，无有仿佛，气遂而大通冥冥者也。有有者，言万物掺落，根茎枝叶，青葱苓茏，萑蔰炫煌，蠉飞蠕动，蚑行哙息，可切循把握而有数量；有无者，视之不见其形，听之不闻其声，扪之不可得也，望之不可极也，储与扈冶，浩浩瀚瀚，不可隐仪揆度而通光耀者；有未始有有无者，包裹天地，陶冶万物，大通混冥，深闳广大，不可为外，析豪剖芒，不可为内，无环堵之宇，而生有无之根；有未始有夫未始有有无者，天地未剖，阴阳未判，四时未分，万物未生，汪然平静，寂然清澄，莫见其形。若光耀之问于无有，退而自失也。曰：‘予能有无，而未能无无也，及其为无无，至妙何从及此哉’？”

《俶真训》这段描述，生动而形象地说明了朴素唯物主

义的世界生成论。它以积极的精神，明确地肯定眼前这个纷芸繁复的世界是真实的客观存在，并力求具体地论证现在这个生长着动植物的万有世界有一个生成演化发展过程。它把世界演化发展过程从时间上由近及远地分为以下几个阶段：有始者——有未始有有始者——有未始有夫未始有有始者。所谓“有始者”，是指天地开辟之时，万物有了萌芽的朕兆，即将生长勃兴，但还没有形成各种物类；所谓“有未始有有始者”，是指天地开辟以前，天气开始下降，地气开始上升，阴阳两气互相交接，在宇宙间悠闲舒畅地运行着，似乎要形成万物，但还没有成为朕兆；所谓“有未始有夫未始有有始者”，是天地开辟以前的以前，天地未形，世界统一于一团和气，阴阳两气尚未交接，宇宙间寂寞静谧，幽深昏暗，混沌一片。与此相对应的，《俶真训》还从空间和形态上将世界的生成和发展分为：有有者——有无者——有未始有有无者——有未始有夫未始有有无者。所谓“有有者”，就是指当今动植物青葱苓茏，蠉飞蠕动的万有世界；所谓“有无者”，是指“有有者”之前的一种看不到、听不见、摸不着又望不到尽头的浩浩瀚瀚的无形物质状态；所谓“有未始有有无者”，是指包裹天地、混沌幽远、不可为外，不可为内的广大无限空间与有限事物的统一状态[53]；所谓“有未始有夫未始有有无者”，是指世界在有限与无限的统一以前的状态[53]。这样，《俶真训》明确提出，当天地刚刚开辟时，还没有形成万类众生，生命是天地开辟后逐渐形成的。在天地开辟以前，只是阴阳两气，上下错合，周游宇宙。再往前推，则是元气未分，一片混沌。这种思想和《天文训》完全一致，而且对每个发展阶段描述得十分细致，这里不仅有天地生成演化的思想，而且也有生物进化思想的萌芽，内容十分丰富。

关于这段话的渊源，我们可以追溯到先秦时期的庄周那里。庄周说："有始也者，有未始有始也者，有未始有夫未始有始也者；有有也者，有无也者，有未始有无也者，有未始有夫未始有无也者。俄而有无矣，而未知有无之果孰有孰无也。"[8]庄周在这里并不是想说明世界在时间上的无限性，而是要从世界在时间上推不出它的开始，来论证世界是否存在是值得怀疑的。所以他接着说，我们讲世界有"有"，有"无"，在这以前那就是还没有"有"和"无"，如果再往上推，那末连没有"有"、"无"也还没有。突然之间世界有了"有"和"无"了，那究竟这个世界是真有还是真无呢？最后得出了客观世界是否存在都无法确立的唯心主义结论。而《俶真训》在引用这段话时，去掉了结尾"俄而有无矣，而未知有无之果孰有孰无也"这很关键的一句，并且把"有始者"、"有未始有有始者"、"有未始有夫始有有始者"和"有有者"、"有无者"、"有未始有有无者"、"有未始有夫未始有有无者"作为天地形成的不同阶段来进行仔细的解释，作者把每个阶段都看成是客观存在的。这本身就是对庄周的连世界有无都表示怀疑的唯心主义思想体系的批判和否定，同时也深刻地反映了作者的朴素唯物主义和朴素辩证法思想。

在《俶真训》有关天地起源的论述中，我们还有必要把"有未始有夫未始有有无者"这最后一段提出来作专门的分析。《淮南子》它一面承认世界是"千变万化而未始有极"[35]、"终始无端，莫知其所萌"[34]，认为万物和世界的变化是无穷无尽的，另一方面又企图在这一段里去穷究天地无穷的变化，牵强地去解释世界最早处于"汪然平静，寂然清澄"的终极状态，从而陷入了自相矛盾之中，给唯心主义和形而上学留下了可乘之隙，这是它的欠缺之处。但是即使在

这一段中也是有物质存在着而并不是绝对的空无。“有未始有夫未始有有无者”这句话，在庄子的《齐物论》中应解释为“‘连无还没有’都未曾有”，但在《俶真训》中，不仅对这一阶段作了具体描述，认为它是客观存在的。而且又借用了《庄子·知北游》中关于光耀问于无有的一段话，认为这个阶段中物质虽然是“莫见其形”的，但却象光耀问了无有之后所说的，“我本身只是无形，还没有达到连无形都没有的境界，那种连无形也没有的所谓至妙的境界，怎么可能达到呢？”（“予能有无，而未能无无也。及其为无无，至妙何从及此哉？”）这就清楚地表明，《俶真训》认为，物质可以从无形变为有形，但却不可能从绝对的空无（即“无无”）变为有！其朴素唯物主义的立场十分明显。

（6）对《淮南子·精神训》中的天地起源说的新认识

现在，再让我们探讨一下《淮南子·精神训》关于天地起源的论述。《精神训》中说：“古未有天地之时，惟象无形，窈窈冥冥，芒芠漠闵，澒濛鸿洞，莫知其门。有二神混生，经天营地，孔乎莫知其所终极，滔乎莫知其所止息。于是乃别为阴阳，离为八极，刚柔相成，万物乃形。烦气为虫，精气为人。”由于这段论述中有“有二神混生，经天营地”的提法，一般都认为它是一个神话，袁珂在《中国古代神话》一书中即主此说，不过他却直率地说：“可是这个神话，哲学的意味过于浓厚，实在不能引起我们太多的兴趣。”[65]这种把《精神训》的“二神混生”看成是哲学意味大于神话意味的说法是耐人寻味的。郑延祖同志在“中国古代的宇宙论”[5]一文中，不但肯定它是一个神话，而且还进一步说：“《淮南子·精神训》中的这个故事，和源出犹太传说，后来为基督教御用学者加过工的《旧约·创世纪》里上帝创造世界的故事有异曲同工之‘妙’，都是唯心主义的

神创论的产物。”我们认为这样的结论是值得商榷的。

首先需要指出的是，即使《精神训》中的这段论述如某些同志所认为那样是一个神话，也不能简单地把它归结为唯心主义的神创论。正如马克思所指出的，神话是“通过人民的幻想用一种不自觉的艺术方式加工过的自然和社会形式本身。”（《政治经济学批判导言》，《马克思恩格斯选集》72年版，第2卷第113页）又说：“任何神话都是用想象和借助于想象以征服自然力，支配自然力，把自然力加以形象化。”（同上）古代的神话反映了当时的人们对现实世界的朴素的想象和探索自然界的奥秘的努力。因此，我们应该采取“去粗取精、去伪存真，由此及彼，由表及里的改造制作工夫”来剥掉神学的外衣，透露出古代人们对现实世界的真实认识。在这里，轻易地下一个唯心主义的神创论的结论显然是不恰当的。

其次，我们觉得，《精神训》中所谓“有二神混生”的“神”，并不一定就是古代宗教中的神灵。因为“神”字在中国古代文献中除了用来指宗教神话中的神灵以外，还常用来指人的精神作用，而且，它在我国古代唯物主义哲学中，还常用来指自然界物质运动变化所具有的内在能动性。《易传》中说：“阴阳不测之谓神。”[56]就是说由阴阳交互作用而引起的无穷无尽的变化，不能预测，这就叫作“神”。世界上的一切都在运动、变化着，万物的运动变化丰富多采，纷纭复杂，可是又没有一个高踞于世界万物之上的推动者，完全是自己运动、自己变化。所以，《易传》中又说：“神也者，妙万物而为言者也。”[57]认为“神”就是世界万物本身所具有的微妙的千变万化。唯物主义思想家象荀况更明确地说：“列星随旋，日月递炤，四时代御，阴阳大化，风雨博施。万物各得其和以生，各得其养以成，不见其事而见其

功，夫是之谓神。”[14]明确地论证了“神”就是自然界的微妙变化及其所具有的内在能动性。

《淮南子》继承了《易传》和荀况这一唯物主义的观念，它说：“天设日月，列星辰，调阴阳，张四时，日以暴之，夜以息之，风以干之，雨露以濡之。其生物也，莫见其所养而物长，其杀物也，莫见其所丧而物亡，此之谓神明。”[58]这里所说的“神明”和上述荀况所说的“神”完全一致。《淮南子》中又说：“神托于秋毫之末，而大宇宙之总，其德优天地而和阴阳，节四时而调五行，呴谕覆育，万物群生。”[34]这是说小到秋毫之末，大到宇宙之总，无不体现了自然界生生不息的生机，因而，神也就无所不在了。《淮南子》中还说：“唯神化为贵，至精为神。”[59]这“至精”是不是有思想意志的精灵呢？也不是。“至精之所动，若春气之生，秋气之杀也。”[59]这种“至精”之“神”，犹如春风吹拂使万物滋育繁茂，又如肖瑟秋风使百草枯黄凋零，是自然万物荣枯盛衰、生死变化的内在功能，所以《淮南子》说：“至精之象，弗招而自来，不麾而自往，窈窈冥冥，不知为之者谁，而功自成。”[59]

综上所引，从以上《淮南子》诸篇中所提出的“神”的观念，显然是指自然界物质运动变化所具有的内在能动性，它或称为宇宙间生生不息的生机，或称为自然界化生万物的微妙功能，它摒弃了宗教神学的含义，是我国古代一个深刻的唯物主义哲学观念。如我们把上面所引《淮南子》诸篇中的“神”字，都看成有意志的人格化的神灵，显然这和作者的原意大相径庭的。

《淮南子·精神训》中“有二神混生，经天营地”的“神”，我们认为也同样不是指有思想意志的人格神。

首先，正如汉代高诱注《淮南子》中所指出的，这里的“二神”就是“阴阳之神”[19]，而阴阳之神显然并不是指有

意志的人格化的阴神、阳神，因为在古代神话传说中有各种名称的天神或神灵，却并没有称之为“阳神”、“阴神”的。同时，我们还遍查了《淮南子》全书，尽管它载有许多神话传说，也从没有提到所谓的阴神、阳神。相反地，它总是把阴阳和气联系起来一起论述。《淮南子》中说：“至阴飂飂，至阳赫赫，两者交接成和而万物生焉”[60]文中飂飂和赫赫是指什么呢？“‘飂，风也’，重言之则曰飂飂”，[61]“赫赫，旱气也”[62]可见阴阳二神，实为阴阳两气，故《淮南子》说：“阴阳同气相动也。”[60]由于阴阳“两者交接成和而万物生”，有的学者又正确地指出：“《淮南子书》中的‘阴阳’可解为物质运动中的两相反力量的活动。”[63]

其次，所谓“有二神混生”，是指阴阳与天地万物混生在一起，周辅成先生曾指出：“‘混生’二字特别值得我们注意。《淮南子书》并未说有了天地万物或物质（有形）然后有二神（即阴阳），而是二神与天地万物混生在一起。”[63]所谓“经天营地”就是指阴阳二种力量的“交接成和”，指天地的“合抟”和“凝竭”，即《天文训》中所说的“清阳者薄靡而为天，重浊者凝滞而为地。”因此，这里的“二神”并不是超物质、超时空的造物主，而是参于“交接成和”的自然界的二种内在力量。

第三，紧接在“有二神混生，经天营地”之后的一段话是“孔乎莫知其所终极，滔乎莫知其所止息，于是乃别为阴阳，离为八极，刚柔相成，万物乃形”，它和前面所引的荀子《天论》以及《淮南子》诸篇一样深刻地论述了自然界内在的微妙的变化，刻画了天地万物在阴、阳两种相反相成的力量的作用下生成、发展的过程。由于天地万物正是在阴阳这两种力量的对立斗争中产生，所以《淮南子》又说：“天地以设，分而为阴阳，阳生于阴，阴生于阳，阴阳相错，四

维乃通，或死或生，万物乃成。”[64]

总之，《淮南子·精神训》开始的一段话，不是唯心主义的神创论，而是我国古代丰富的天地起源说的宝藏之一。这就是我们的新认识。

前面我们已经对《淮南子》的《天文训》、《俶真训》、《精神训》以及张衡的《灵宪》中的天地生成论进行了剖析。概言之，它们展示了如下的一幅图象：

最初处于“冯冯翼翼，洞洞漏漏”和“芒芠漠闵、澒蒙鸿洞”的浑沌状态的原始物质在自身的矛盾运动中逐渐分化成阴阳两种元气；接着在阴阳两种元气的对立斗争中，清轻的气上升为天，重浊的气凝聚为地，还有一部分气的精华形成了日、月、星辰；在天地形成以后，大地上又逐渐产生了植物和动物，形成了当今“青葱苓茏”、“蝡飞蠉动”的万有世界。这就是《淮南子》和《灵宪》中天地生成论的基本思想。这一思想是朴素唯物论和朴素辩证法的，而决不是唯心主义的虚无创生论。

为什么汉代的天地起源说如此普遍，不仅《淮南子》中有，《灵宪》中有，王符的《潜夫论》中有，甚至还渗透到一些纬书之中，这决不是偶然的。我们知道，我国汉代的天文学成就是突出的、多方面的。除出现了出色的天地起源说外，也产生了认为“地如鸡中黄”[65]明确指出地球是球形的浑天说，产生了明确提出“天了无质”、“高远无极”[66]的具有无限宇宙概念的宣夜说以及“宇之表无极，宙之端无穷”[4]的宇宙无限的思想，而且，在世界天文学史上占有不朽地位的“浑仪”和“水运浑象”也制作于汉代[67]，提出“地有四游”、“地恒动不止，人不知，譬如人在大舟中，闭牖而坐，舟行而人不觉也”[68]的清晰的地球运动观念也出现于汉代。这是有它深远的历史根源的。两汉时代，是我国

历史上封建制开始形成鼎盛局面的时代，封建的政治、经济制度已逐渐臻于完善，全国统一的局面得到进一步巩固，中央集权的大一统形势的优越性充分显示。“万里一统，海内赖安”[68]，两汉的劳动人民在生产斗争中取得了杰出的成就，社会经济也曾一度出现了空前的繁荣。毛主席说：“马克思主义者认为人类的生产活动是最基本的实践活动，是决定其他一切活动的东西。”（《实践论》，《毛泽东选集》一九六六年横排本第一卷第二五九页）汉代社会生产的发展必然进一步推动当时自然科学的发展，从而使天文学和其他科学取得新的成就。

恩格斯指出：“科学的发展则同前一代人遗留下的知识量成比例。”（《政治经济学批判大纲》，《马克思恩格斯全集》第一卷第六二一页）早在先秦时期，我国就有了世界上最早的和丰富的各种天象记录，有了干支记日法和岁星纪年，有了二十八宿的划分和甘、石星经，有了圭表等天文仪器，有了比较精密的历法。特别是宋钘、尹文、荀子、韩非以及屈原等杰出的思想家提出了进步的自然观和开始了天地起源问题的探索。这些成果都为汉代的《淮南子》作者和张衡等人所继承、所发展，从而使他们提出了出色的天地起源说。

总结优秀历史遗产，并加以发扬广大，这是我们科学工作者义不容辞的任务。在这以前，郑延祖同志在整理、发扬我国古代天文学成就的工作中作出了显著的成绩。然而在关于汉代的天地起源说方面，却作了不恰当的评价，把《淮南子》和《灵宪》中闪烁着朴素唯物主义和辩证法思想的天地起源说视为唯心主义的糟粕，而把我国天文学史上进步的天地起源说的提出时间一直推迟到唐代的柳宗元，也就是说推迟了近一千年。这种错误的评价是不符合我国古代宇宙理论发展的实际情况的，现在是改变这种错误的评价的时候了。

参 考 文 献

〔1〕《楚辞·天问》。

〔2〕《黄帝内经·阴阳应象大论》。

〔3〕《淮南子·天文训》，乾隆戊申五十三年武进庄达吉校刊本（以下所引《淮南子》各篇同）。

〔4〕《灵宪》，据严可均《全上古三代秦汉六朝文·全后汉文》辑本。

〔5〕郑延祖："中国古代的宇宙论"（载《中国科学》1976年第1期）。

〔6〕《老子》，据马王堆汉墓帛书整理小组："马王堆汉墓出土《老子》释文"（载《文物》1974年11期）。

〔7〕《庄子·知北游》。

〔8〕《庄子·齐物论》。

〔9〕《庄子·大宗师》。

〔10〕郭沫若：《青铜时代》中"宋钘、尹文遗著考"。

〔11〕《管子·心术上》。

〔12〕《管子·内业》。

〔13〕《管子·白心》。

〔14〕《荀子·天论》。

〔15〕《韩非子·解老》。

〔16〕《吕氏春秋·尽数篇》。

〔17〕据马王堆汉墓帛书整理小组："长沙马王堆汉墓出土《老子》乙本卷前古佚书释文"（载《文物》1974年第10期）。

〔18〕《玄图》。

〔19〕《淮南子》高诱注，据乾隆戊申五十三年武进庄达吉校刊本。

〔20〕任继愈主编：《中国哲学史》第二册第49页（1966年版）。

〔21〕据中国科学院哲学研究所中国哲学史组编：《中国哲学史资料选辑》（两汉之部）1960年版第105页。

〔22〕孙文青："张衡著作年表"，载《金陵学报》（1932）第二卷第一期。

〔23〕中国科学院哲学研究所中国哲学史组编：《中国哲学史资料选辑》（两汉之部）1960年版第430页。

〔24〕洪颐煊：《经典集林》，丙寅九月陈氏慎初堂影印本。

〔25〕严可均：《全上古三代秦汉六朝文·全后汉文》，清光绪间初刻本及丁福保加校语影印本。

〔26〕《后汉书》中华书局1965年版第11册第3215页。
〔27〕瞿昙悉达：《开元占经》，张德堂藏版本。
〔28〕张溥：《汉魏六朝百三名家集·张河间集》。
〔29〕马国翰：《玉函山房辑佚书》，同治十年辛未济南皇华馆书局补刻本第61册。
〔30〕李昉：《太平御览》卷一，光绪十八年学海堂受南海李氏版。
〔31〕皇甫谧：《帝王世纪》训纂堂丛书本。
〔32〕《淮南子·本经训》。
〔33〕《论衡·谈天篇》。
〔34〕《淮南子·原道训》。
〔35〕《淮南子·俶真训》。
〔36〕《潜夫论·本训》。
〔37〕《孝经纬·钩命决》。
〔38〕《易纬·乾凿度》。
〔39〕《新书·道术》，卢文弨校本。
〔40〕《黄帝内经·天元纪大论》。
〔41〕《刘禹锡集·天论中》。
〔42〕《张子全书》之《正蒙·太和篇》。
〔43〕《船山遗书》之《张子正蒙注·太和篇》。
〔44〕《淮南子·精神训》并见《淮南子·原道训》。
〔45〕《老子注》。
〔46〕《老子指略》。
〔47〕《不真空论》，僧肇《肇论》之一。
〔48〕《六祖大师法宝坛经·自序品》，金陵刻经处本。
〔49〕《六祖大师法宝坛经·般若品》，金陵刻经处本。
〔50〕《太极图说》。
〔51〕《孟子·公子丑上》。
〔52〕《白虎通义·魂魄精神篇》，并见《孝经纬·援神契》。
〔53〕任继愈主编：《中国哲学史》第二册第50—51页（1966年出版）。
〔54〕《淮南子·精神训》。
〔55〕袁珂：《中国古代神话》第32页（1960年版）。
〔56〕《周易·系辞上》。
〔57〕《周易·说卦》。

〔58〕《淮南子·泰族训》。

〔59〕《淮南子·主术训》。

〔60〕《淮南子·览冥训》。

〔61〕《广雅·释训》王念孙疏。

〔62〕《诗经·大雅·云汉》毛传疏。

〔63〕周辅成：《论‘淮南子书’的思想》，载《安徽史学》1960年第2期。

〔64〕《淮南子·天文训》。

〔65〕张衡：《浑天仪》。

〔66〕《晋书·天文志上》。

〔67〕《历代天文律历等志汇编》第一册，第176页（1975年版）。

〔68〕《尚书纬·考灵曜》。

〔69〕《东观汉纪·杜林传》。

从“圆”到“浑”

——汉初二十八宿圆盘的启示

刘金沂

1977年在安徽省阜阳市挖掘了一座西汉古墓，墓主人为汉汝阴侯夏侯婴之子夏侯灶，死于文帝十五年（公元前165年），比长沙马王堆三号汉墓晚三年.墓中出土的文物有一件是六壬式盘，一件太一九宫占盘，还有一件尚待研究，暂称二十八宿圆盘。三件皆为木胎漆器，保存基本完好。

二十八宿圆盘共有上下两盘，互相叠累，圆心有通孔直对，一通到底。上下盘均为圆台形，上盘底径23厘米，面径15厘米，厚1.7厘米，下盘底径25.6厘米，面径与上盘底径相吻合。在上盘的斜面边缘一周刻若干小孔，因部分残缺，据

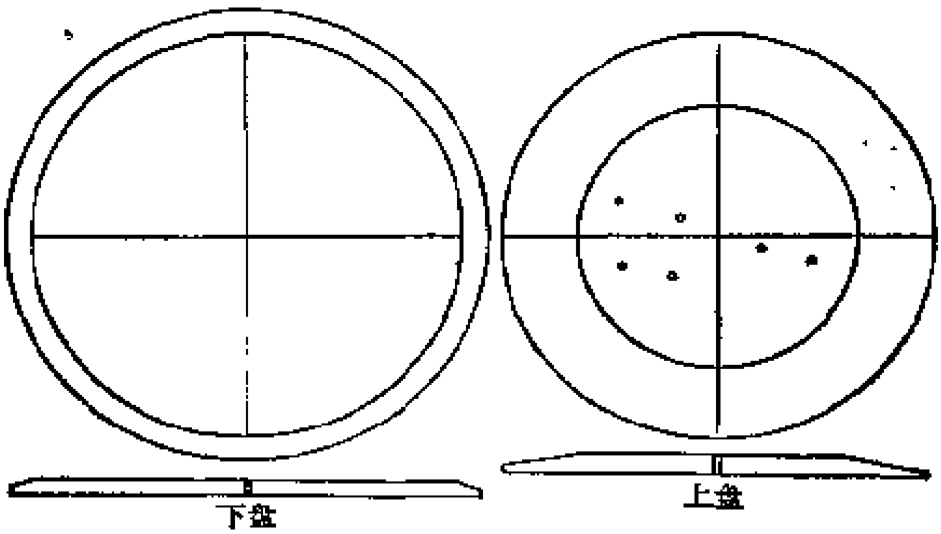


图1　二十八宿圆盘

现有孔距估计一周共刻365孔，代表周天度数。下盘斜面一周逆时针方向刻二十八宿名称及其距度，有少数几宿残缺，经查对，与《开元占经》所载古距度数基本符合。关于古距度的再次发现及其意义已有另文介绍[1]，现就圆盘本身讨论如次。

一

天文仪器的发明取决于社会的需要，在我国古代，由于测定方向和季节的需要发明了圭表，计量时间的需要发明了漏壶。天文学也时刻需要测量角度的工具，这种工具的发明理应不晚。

测量角度的要求产生在角度概念建立以后。当人们利用圭表定季节，得到一年的日数是三百六十五天还多四分之一天，进而把周天也分成三百六十五天又四分之一度的时候，角度的概念应该说已经建立起来了。

大家一般认为有关测角仪器的最早记载有下列二项："汉落下闳为武帝于地中转浑天"[2]，"或问浑天，曰落下闳营之，鲜于妄人度之，耿中丞象之"[3]。这里只记述落下闳营造浑仪并在武帝时投人运转，但并未指出浑仪的发明。

事实上，早在落下闳之前，有关角度的测量记录已见于古籍，《淮南子·天文训》，《史记·天官书》中都有五星行度的记录，特别是1973年长沙马王堆三号汉墓出土了帛书《五星占》，更说明了在落下闳之前已有了精确的角度测量工具。徐振韬同志曾据此推论了"先秦浑仪"的存在[4]。且不论先秦的测角仪器是否叫"浑仪"，先秦应该存在某种测角工具，这是无庸置疑的了。

我国古代关于角度测量的数据无例外地都是采用365$\frac{1}{4}$度的分划法，就是在落下闳之前的观测记录也都是这样的分度法，这证明了测角仪器的产生是以365$\frac{1}{4}$度的周天分划法为基础的。这就是说，先秦测角工具的产生上限当在建立365$\frac{1}{4}$度的分划法之后。

二

汉初二十八宿圆盘的出土为我们提供了研究先秦测角工具的一个实物。圆盘上365个刻孔及二十八宿距度数字表明，它同测量角度有密切关系。

周天分成365$\frac{1}{4}$度，一度在天上到底有多大？某些为大家所熟悉和注视的恒星，以及著名的二十八宿之间距离是多少度？这都是立刻就需要回答的问题。可以认为二十八宿圆盘下盘的各宿距度数就是上盘刻划应用的结果。测量方法很简便，只要将上盘安置在赤道面上（方法在后面讲到），中心孔置一定标，在周围小孔上插置游标，通过定标和游标与天上某星成一直线，做下记号；再同法对准下一个星，甲、乙两星间的赤道距度就可在盘上数两游标间的分划可得。

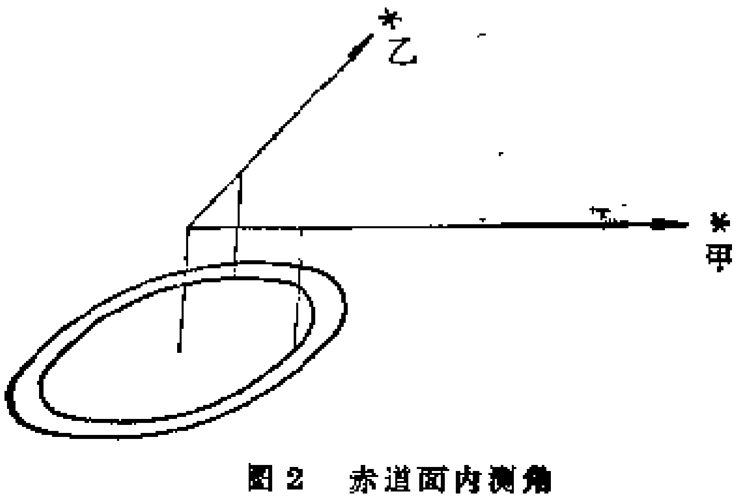


图 2　赤道面内测角

炫目的太阳使观测不能直接进行，只能采取其他方法，这里不去叙述。明亮的月亮虽然也给观测带来一些不便，但还是可以进行的。五星的运行是可以用圆盘来测量的，只要在一天的某一固定时刻确定下它们在恒星间的位置，连续的观测就能定下它们的行迹来。一个简便的圆盘对除了太阳之外的其他天体都能进行观测，测量它们的赤道度或行度。

这种测量方法在古老的周髀中有类似的叙述，《周髀算经》卷下载测定二十八宿距度的方法：在地上画一个大圆圈，周长为三百六十五又四分之一尺，立一定表于圆心，可见圆周上一尺就对应于天上一度。当时冬至在牵牛初度，从牵牛中大星开始，以绳系于定表的顶端，使表和绳组成的平面通过牵牛中大星，待到它南中天，“则复候须女之星先至者。如复以表绳希望须女先至，定中。即以一游仪希望牵牛中央星，出中正表西几何度。（游仪，亦表也。游仪移望星为正。知星出中正之表西几何度，故曰游仪。——刘徽注）各如游仪所至之尺，为度数。游在于八尺之上，故知牵牛八度。其次星放（仿）此，以尽二十八宿度，则定矣”。这种方法测得的并不是二十八宿的赤道度数，而是下一宿中天时前一宿距星的地平方位角。[5]

《周髀算经》约成书于公元前一世纪，所叙测量方法可能是更早些的时代使用的，这跟我们上面叙述的在赤道面的测量很类似。

圆盘安置在赤道面上，对赤道附近的天体进行测量比较方便，离赤道较远的星就困难了，这是平盘式测角工具的缺陷。由于这种缺陷也必然产生另一个问题，某星到赤道的距离是多少度？事实上，要求某星到天极有多远的问题早已产生，周髀书中就有叙述求去极度的方法。在我国古代用去极度来表示恒星到赤道的距离，大概是因为北天极的概念比较

直观，它在天上的位置也比赤道好找得多。

某星到天极的角度就是去极度，这个角度通过上述有刻度的圆盘也很容易测得。只要将圆盘立起来，先通过定标和游标找到北极，再去对准要测的某星，两游标间的分划就是某星的去极度。

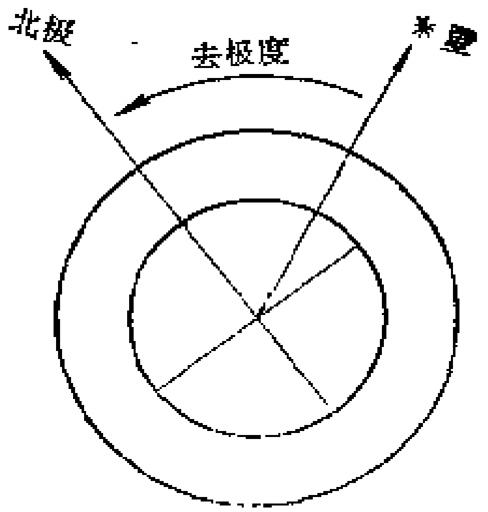


图3　子午面内测角

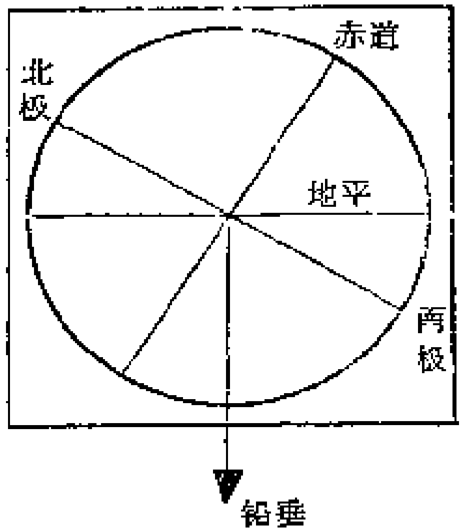


图4　正方案立起来使用

类似这种将圆盘立起来使用的方法在《元史·天文志》中讲正方案的用法时再次用到。“又测用之法，先测定所在北极出地度，即自案地平以上度，如其数下对南极入地度，以墨斜经中心界之，又横截中心斜界为十字，即天腹赤道斜势也。乃以案侧立，悬绳取正。凡置仪象，皆以此为准”。先在正方案上取一线为地平，从地平向上数该地北极出地度数，确定北极点，同样向下数确定南极点，连接南北极过中心作一墨线，再画一墨线与上线十字交叉，这就是赤道的方向。使用时将正方案直立起来，用铅垂线调正好地平，正方案上的十字墨线所指即为当地北极和赤道的方向。

二十八宿圆盘面上刻有互相垂直的十字线，它的作用也许正类似正方案上互相垂直的十字墨线。当将圆盘立起来使用时，只要将一条线对准北极方向，另一线就指向赤道，测量时立即可知某星位于赤道之南还是赤道之北，进一步可得

某星的去极度数。当地平测量时十字线可辨东西南北，当赤道面内测量时，可指向二分、二至点。

通过上述分析可见，使用平面的圆盘只要通过二次手续就可得出某星的入宿度和去极度，完成位置测定工作。

三

二十八宿圆盘上的七颗星象，一般都认为是北斗七星，本文认为它不代表北斗七星的具体位置，而是作该盘用于旋转的象征。

首先，北斗七星在历史上从未成为极星，未起过天之枢纽的作用。而在所有式盘的天盘上一般都画七个星点并以第五星为旋转中心，此次出土的二十八宿圆盘也是如此。北斗七星的第五星名“衡”，“衡”本身并不是枢纽的意思，所以盘上七个星点不能代表北斗星的具体位置。

其次，北斗七星与二十八宿之间的相对位置可认为是固定不变的（恒星自行的影响非常微小），此盘七星与二十八宿分刻于上下两盘，说明上下盘并不固定在一起使用，否则不必分成两盘。而上盘一但旋转或作它用，其上七星就完全不能代表北斗七星的具体位置了。

第三，在古代的若干史籍中把北斗七星与“璇玑玉衡以齐七政”联系在一起，如《史记·天官书》云：“北斗七星，所谓‘璇、玑、玉衡以齐七政。’”这固然是因为北斗七星古代离北极不远，终年旋转不没入地平以下，根据它的旋转可定季节，如“斗柄东指，天下皆春，斗柄南指，天下皆夏……”[6]此外，也是因为北斗七星的名字有枢，璇，玑，衡等字.其实，北斗七星的各名字据《春秋运斗枢》云：“斗，第一为天枢，第二璇，第三玑，第四权，第五衡，第六开

阳，第七摇光”，这并不跟它们的具体位置有什么直接关系，如第一是天枢，显然并不是天之枢纽，北天极从未位于它的附近。可能赋予它这些名字是表示可旋转的含义。《周髀算经》中讲到北极璇玑，其意是表示当时的极星（北极中大星）绕天极的周日运行圈，[7]也含有旋转之意。

《史记·天官书》云："斗为帝车，运于中央，临制四乡"。说明北斗最显著的特点是位于天之中央而不息地运转，以至于主宰四方.《晋书·天文志》就说得更明显："斗……为帝车，取乎运动之义也"。大概在所有式盘的天盘上都画北斗，也是"取乎运动之义"吧？

所以，阜阳出土的汉初二十八宿圆盘盘面上的七个星点，其含义表示该盘的用途为供旋转之意，或者，说句大胆的话，这七个星点的含义是否表示该盘同两千年来争论不休的"璇玑玉衡"有什么联系吧？根据出土的二十八宿圆盘的启示。古代的"璇玑玉衡"或许就是一种圆盘状测角工具，以玉石制为圆盘，而在中心插以一根玉管，当从玉管中见到北极时圆盘就位于赤道面内可以进行测量了，同时，这根玉管在测量中也起着上述定标的作用。《晋书·天文志》云：（北斗）"一至四为魁，五至七为杓"，"杓三星为玉衡"。这不就是在圆盘上插一根玉管的样子吗？中国古代对恒星的命名是人们实际生活、生产活动乃至国家制度的反映，北斗七星的命名利用了它旋转不息的观感以及特有的形状也是有可能的。

四

浑仪是在汉以前测角工具的基础上发明的。汉初二十八宿圆盘的出土启发我们，可以在赤经、赤纬两个方向上转动的

立体的浑仪也许经历了从平面测角工具的初级阶段发展而来的过程，这个初级阶段的平面测角工具的名称可能就是圆仪．立体的浑仪出现的早期还曾沿袭了这个名字，李淳风撰《晋书·天文志》时，回顾浑仪的发展，“暨汉太初(前104年)，落下闳，鲜于妄人，耿寿昌等造员（圆）仪以考历度．后至和帝时(85—105年)贾逵系作，又加黄道”．落下闳等人太初年间所作圆仪已不是平盘式的，至少有了赤道圈和赤经圈，扬雄称之为“浑天”，而贾逵在此基础上又加了黄道圈，称之为“黄道铜仪”．

从“圆”发展到“浑”是人们的认识从低级到高级，从简单到复杂的必然过程．在我国古代，“球”字的使用虽然较晚，但球的概念比较早就出现了，球形的概念最初被称为“立圆”．这是很直观的名称，只要将一个圆立起来一转就是球——“立圆”了．据钱宝琮先生研究，早在秦代之前，关于从立圆的体积求直径的数学方法已经出现，在东汉初年编成的我国最古的一部数学书《九章算术》中，收集了这些数学方法．东汉数学家刘徽在给《九章算术》所著的注中曾引张衡的话：“立方为质，立圆为浑”，刘徽也明确讲到：“立圆，即丸也”[8]．

数学上浑的概念来自立圆，这一点是由平面的测角工具圆仪发展到立体的浑仪的有力佐证．圆盘式的测角工具要在赤道面和赤经圈面内使用二次，才能得到天体的二个坐标．长期的使用一定会使人们产生将二次手续合并为一次的要求，这就是浑仪产生的思想基础之一．浑仪出现之后，进一步又帮助了天是球形的浑天说思想的确立和数量化，著名天文学家何承天说“详寻前说，因观浑仪，研求其意．有悟天形正圆．……”[9]这里的正圆应是立圆即球形．他是借助浑仪的形状理解到天球的形状．由此推想，有关浑仪和浑

天说到底谁先谁后的问题，也许可以得出下列简单的发展线索：从实际需要产生了测角的工具，由圭表测影，发展到在地平面内测方位角，再到赤道面内测赤经差，由赤道面内测角发展到赤经圈面内测去极度或离赤道度，平盘状测角工具立起来的使用方法却成了浑仪产生的基础之一，浑仪的出现启发人们得到浑天说的思想。也许，从盖天说向浑天说的发展也是人们的认识从圆到浑发展的产物。

本文提出的一些想法是很粗略的，可能尚缺少更多的资料佐证，但阜阳出土的二十八宿圆盘提供了思考的依据，它说明平面式测角工具是可能存在的，“只要自然科学在思维着，它的发展形式就是假说”。当然，假说需要不断接受实践的检验，并希望得到专家及广大读者的指教和帮助。

参考文献

〔1〕见《天文文物图录论文集》，将出版。

〔2〕《尚书通考》，见朱文鑫《历法通志》中“历代仪象考”的引文。

〔3〕扬雄，《法言·重黎》。

〔4〕从帛书《五星占》看“先秦浑仪”的创制，《考古》1976年第2期。

〔5〕钱宝琮：“盖天说源流考”，《科学史集刊》1958年第1期。

〔6〕《鹖冠子·环流第五》。

〔7〕《周髀算经》卷下。

〔8〕引文皆见钱宝琮校点《算经十书》。

〔9〕《隋书·天文志》。

关于西汉日晷

郭盛炽

在公元1897年和1932年有两块据考是汉代文物的石板分别在今内蒙古自治区托克托城和河南省洛阳金村出土。这两块石板表面的刻划情况分别如图1和图2所示。可知其表面刻划的情况是基本相同的。它们都有大小两个同心圆，圆心处为一圆坑，两圆之间的区域有约三分之二多一点的地方均匀分布有六十九条辐射状的分划线，各分划线与大圆周相交的地方分别都有一小圆坑。另外还有一些直线条纹。在1978年11月上海科学技术出版社出版的《科技史文集》上发表了李鉴澄先生所写的《晷仪——现存我国最古老的天文仪器之一》一文，文中对这两块石板的情况作了较为详尽的介绍；并根据小圆坑附近所标的数字的字体推断它们可能是秦末汉初时的文物。文章中还介绍了在山西右玉出土的具有类似刻划的石板残片的情况。这里就不一一介绍了。

关于这两块石板，人们一般都认为它们是用来测时的赤道式日晷；也有人认为它们是一种漏壶校准器，这和测时还有一定的联系。而在李先生所写的《晷仪》一文中则干脆认为它们是所谓晷仪，可能是用于测定方向的，与测时完全没有什么关系。在本文中，我想对这两块石板的用途作一定程度的讨论。

一、不大可能是赤道式日晷

据英国剑桥大学李约瑟博士在他著述的《中国科学技术

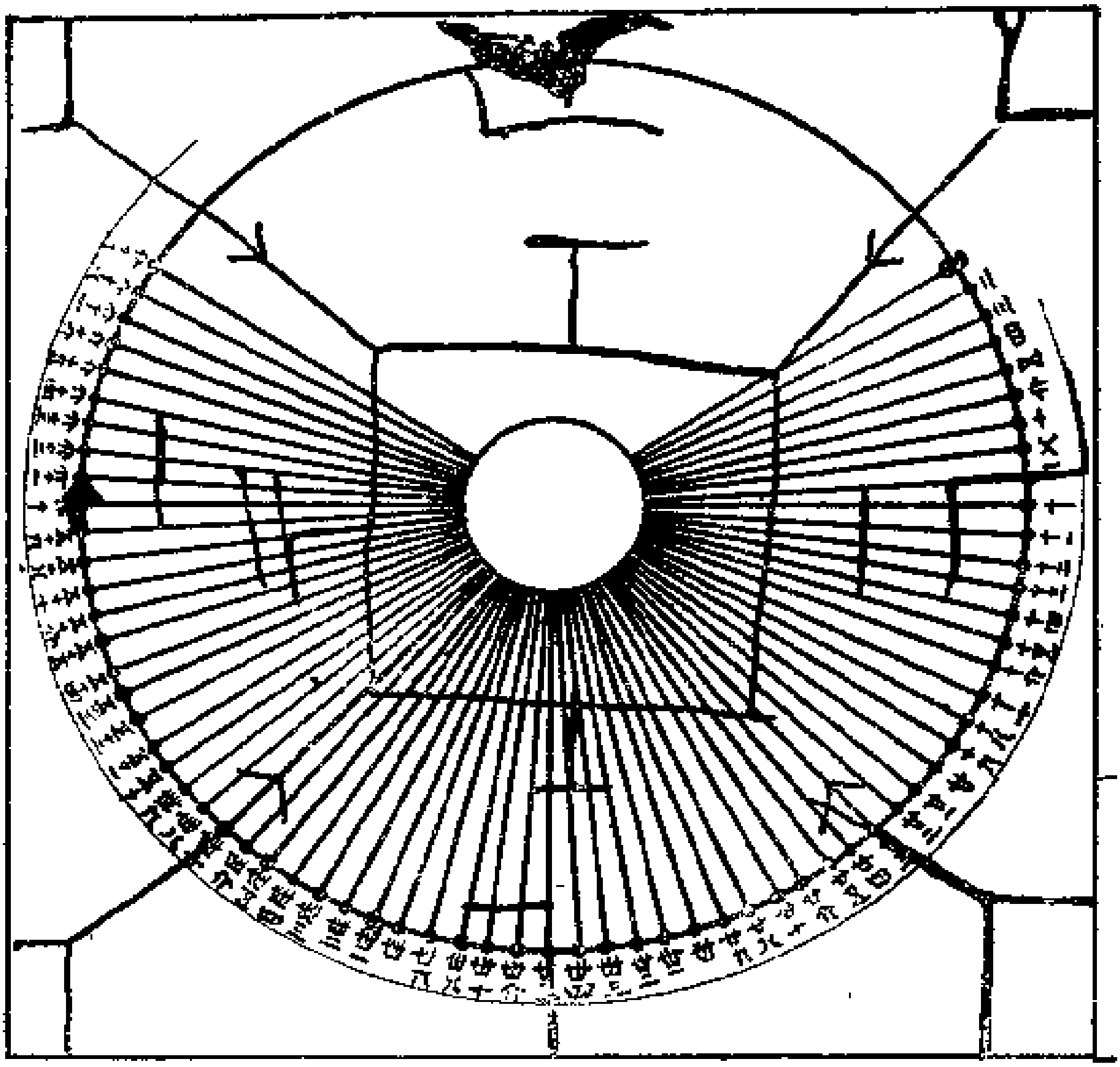


图 1　内蒙古托克托城出土的日晷晷面示意图

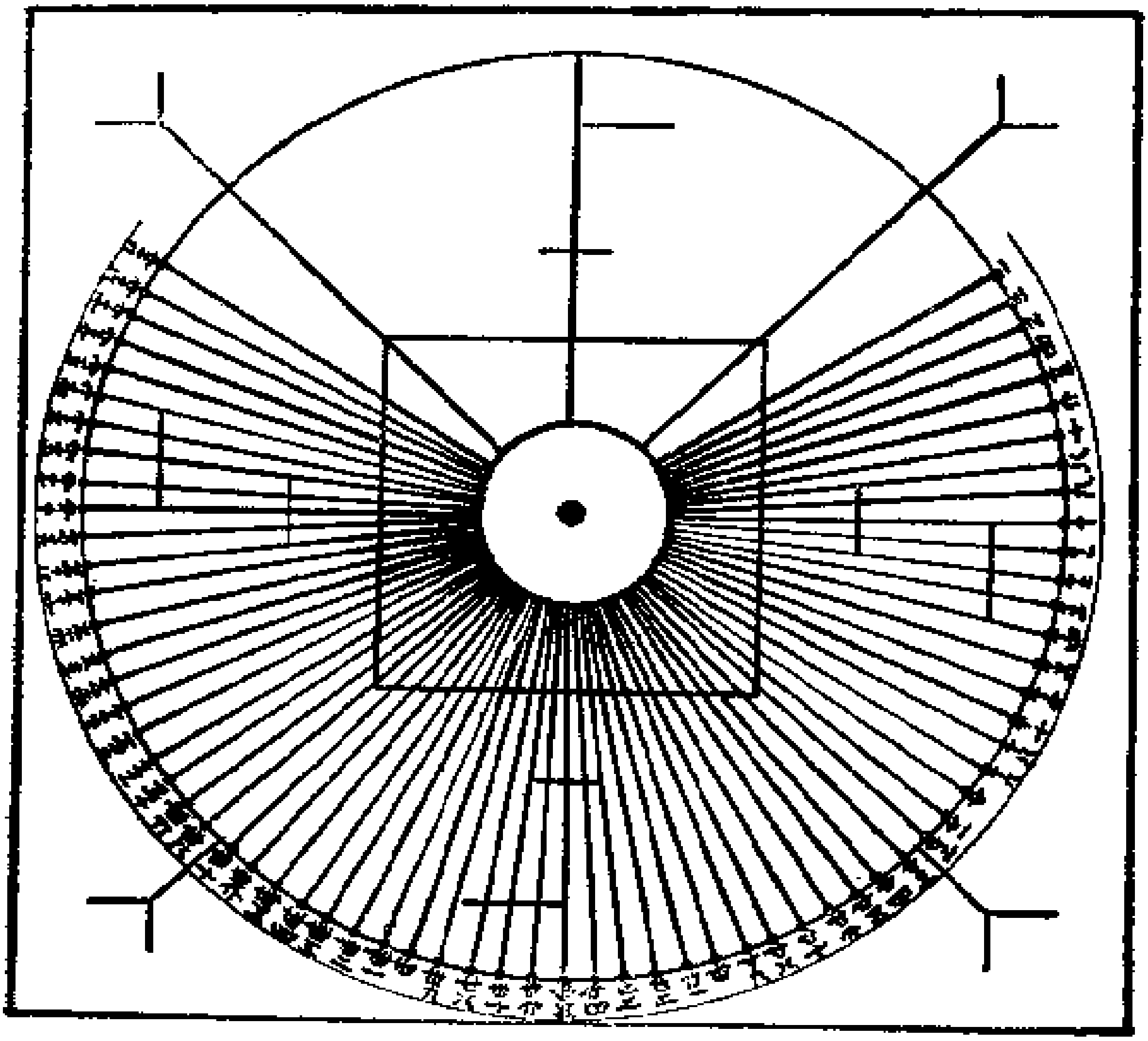


图 2　河南金村出土的日晷晷面示意图

史》一书中介绍，在国内外都有不少人把上面提到的这两块石板看做是一种赤道式日晷的晷面。他们对其使用情况还提出了一些设想。怀特(white)和米尔曼(Millman)提出了一种如图3所示的方案。这里石板是按天赤道面倾斜安放的，分布有辐射状分划线的部分放在南方，在圆心处的圆坑位置上安放一矩形铜板，

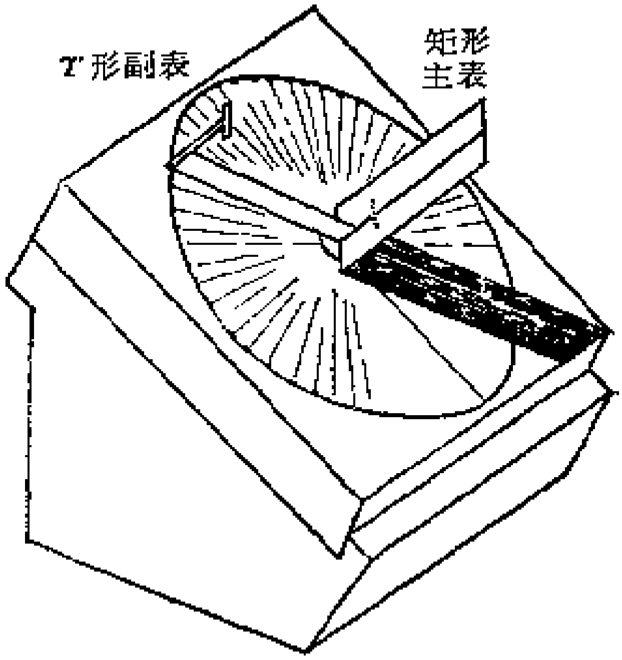


图3　怀特和米尔曼提出的日晷测时方案示意图

而大圆周上的小圆坑的位置上则有一"T"形表，移动"T"形表可使其表影恰好投到矩形铜板上的中央位置附近。根据"T"形表所在的位置就可以知道当时的时间，而根据T形表的影子在铜板上的高度就可以决定当时所处的节气。T形表和铜板之间有一铜架连接，使它们能相对固定。看来这似乎是一种比较圆满的解释。当然，由于太阳的周日视运动的轨迹基本上是平行于天赤道平面的，只有在平行于天赤道面的平面上来观察阳光下表影的移动才会是均匀的。根据石板上辐射状分划线均匀分布的情况而认为它们是赤道式日晷是十分自然的事情。因为只有这样根据表影所确定的时间才有可能是比较准确的。但是在汉代要达到这样的认识水平看来还是相当困难的。

我们知道，要了解表影移动的均匀与否，最好的方法是利用计时工具来进行观察。而我国古代在宋代以前用来计时的漏壶或机械钟表的精度都不是很高的，据《新唐书·历

三》中记载，南北朝时的梁代大同九年，虞劆谈到当时的漏壶精度时说："……，然日之所在难知，验以中星则漏刻不定。汉世课昏明中星，为法已浅。今候夜半中星，以求日冲，近得于密。而水有清浊，壶有增减，或积尘所拥，故漏有迟疾。臣等频夜候中星，而前后相差或至三度。"[8]可见当时的漏壶计时精度仍不是很高，其误差有可能达到半刻左右。而相当于机械钟表的水运浑象一般都是用漏壶中流出的水带动的，其计时精度肯定不会高于漏壶。西汉时的计时工具的精度则更低。从近十几年来出土和发现的西汉漏壶的情况来看，它们都是单只泄水型的漏壶，[11,12]虽然对其使用的情况还不是十分清楚，但从它们没有任何稳定水位的措施的情况来看，可以推想其计时精度是十分低的。用这样的计时工具来研究日晷上表影移动的情况是一件十分困难的事情，而要发现在平行于天赤道的平面上表影的移动是否均匀则更不是一件容易的事情。这可以用如下的事实来证明。在宋代至道元年（公元995年）韩显符制造了一台浑仪——铜候仪。据《宋史·天文志一》中介绍这台浑仪时谈到："五曰：平准轮，在水臬之上，径六尺一寸三分，围一丈八尺三寸九分，上刻八卦、十干、十二辰、二十四气、七十二候于其中，定四维日辰，正昼夜百刻。"[4]可见其时刻标志还是放在地平圈上的。也就是说当时人们还没有认识到这样的道理：太阳的周日视运动只有在平行于天赤道的平面上观察才基本上是均匀的。直到后来皇祐三年（即公元1051年）舒易简、于渊、周琮主持制造的黄道浑仪上才开始将时刻标志移到与天赤道面平行的天常环上。这大概是和宋代的漏壶的计时精度已经有了较大的提高有关的。至于赤道式日晷的产生则应是更晚一些时候的事情。南宋时的曾敏行在他所写的《独醒杂志》中记述了曾南仲曾经制作过一种称为"晷景

图”的赤道式日晷的情况（参见参考文献〔2〕）。这大概是关于赤道式日晷的最早的明确记载了。其中讲到："自负此图以为古人所未至。”整段记述中的感到新鲜和惊奇的语气，使人们不难得出结论：这种赤道式日晷即使不是曾南仲所首创，其产生的年代也不会比曾南仲早很多。从以上的情况，我们可以认为赤道式日晷的产生一定要比汉代晚很多，估计不会早于宋代。上述的两块石板不大可能是赤道式日晷。

二、是漏壶校准器吗？

也是据李约瑟博士的《中国科学技术史》介绍，马伯乐（Maspero）认为，这种石板可能是一种漏壶校准器。它是水平安放的，分布有辐射状分划线的部分放在北方，可以用来观察在日出或日没时表影的位置得到这时表影的地平经度，从而由此推出当时的昼长以决定漏壶换箭的日期。这里认为人们当时已经掌握了在日出或日没时表影的地平经度与昼长的关系，所以根据前者就可以决定后者。马伯乐的这种看法看来还是有一些疑问的。

我们对西汉的漏壶尤其是对秦末汉初的漏壶的情况是了解得相当少的。尽管出土和发现了三只西汉漏壶的实物，但对它们的使用情况和计时精度均没有确切的了解，这些漏壶是否换箭、又是如何换箭的有待于进一步研究。但据《隋书·天文志》记载，到汉武帝时才开始实行一种两至后每九天昼漏增加或减少一刻的简单平均的方法来决定换箭的日期。这种方法在东汉初年也沿用下来，称为常符漏品。〔8〕这种方法肯定没有马伯乐所提出的方法优越。如果在秦末汉初时人们就已经采用了后一方法，那么就不大可能改用相对来讲要落后

得多的前一种方法了。而前一方法的不合理情况也只是在东汉的永元十四年（即公元102年）才发现的。据《后汉书·律历志》记载，当时的待诏太史霍融指出了用九天增损一刻的原则来决定换箭日期的方法"不与天相应，或时差至二刻半"。经过"以仪校天，课度远近"，证实了霍融的看法，官方的漏壶这才改而采用根据中午时太阳高度的变化来决定换箭日期的方法[7]。从这些情况可以看出，马伯乐所提出的设想在秦末汉初时是不大可能实现的。至于当时人们是否可能已经掌握了太阳出没时的地平经度与昼长的关系的问题，我认为也是很难肯定的。因为在当时的条件下，只有在人们长期使用漏壶测量昼长的过程中注意观察每天太阳出没时表影的方位变化才能得到这种认识。而只要长期用漏壶来直接测量昼长就完全可以更方便地得到昼长与节气之间的关系，从而也就能决定换箭的日期了；这还有什么必要再与太阳出没时表影位置发生联系呢？另外，石板上的六十九根辐射状分划线将所在区域划分为六十八等分，相当于将整个圆周划分为一百等分，这些线条也很难解释为方位的标志。所以，马伯乐的这种想法基本上是可以否定的。

三、也不是用来测方向的晷仪

李鉴澄先生在《晷仪》一文中认为这两块石板就是在《汉书·律历志》中所讲的晷仪，并认为其用途可能就是用来测定方向的。我觉得其理由不是很充分的。

关于晷仪，我们知道得很少。在《汉书·律历志》中是这样提到它的："至武帝元封七年，……遂诏卿、遂、迁与侍郎尊、大典星射姓等议造汉历。乃定东西，立晷仪，下漏刻，以追二十八宿相距于四方，举终以定朔晦分至，躔离弦

望。”[5]在《后汉书·礼仪中》也提到过晷仪："冬至前后，……守宫设席于器南，北面东上，正德席，鼓南西面，令晷仪东北。”[6]从以上两段叙述我们是无法对晷仪的情况有所了解的，仅根据这一点资料就断定那两块石板就是晷仪显然是十分不够的。但从第一段叙述里我们可以判断晷仪肯定不是用来测定方向的。那里讲得十分明确，“定东西，立晷仪，下漏刻”的目的是“以追二十八宿相距于四方，举终以定朔晦分至，躔离弦望”，是为了“造汉历”。这也就是要观测天象来制定历法的。漏刻就是漏壶，它是一种计时仪器，而不是用来观测天象的仪器，最多也只能作为观测天象时的辅助设备而已。所以观测天象的任务就必须要由晷仪来担任了。认为晷仪仅是用于测定方向的显然是不够的。而且这里的“立晷仪”是在“定东西”之后，这也表明它不是用来测定方向的，而是表明只有在决定了方向以后才能正确地安放晷仪。这就象人们所熟知的必须先建立起较准确的方向概念才能正确地安放日晷、浑仪一样。另一方面，那两块石板看来也不象是专门用来测定方向的。为了能在不同的地方测定方向，需要将这块石板搬来搬去，显然是不方便的。更重要的是这样测量的精度不高。因为不管是用《周髀算经》、《考工记》还是采用《淮南子》里所讲到的测定方向的方法都需要在同一天里观察太阳出没时的表影，不可能使两次观测时的表影都与分划线重合；这时即使可以根据太阳出没时表影各在某两分划之间的位置进行估计能比较准确地推算出南北方向的位置线在某两根分划线之间的位置，但要确定其准确的位置还是困难的。举例来说，日出时表影位置在第十和第十一根分划线之间约$\frac{2}{7}$个间隔的地方，日没时则在第六十、六十一之间约$\frac{1}{5}$个间隔的地方，这样可以算出南

北方向在第三十五、三十六根分划线间17/70个间隔的地方，要较准确地确定这个位置在当时就不是很容易的事情。尤其是由于石板的尺寸较小，这样测出的方向的误差一定较大，其结果肯定不会有在平地上插一根八尺的表的方法那么精确。而且后者不管是用哪一种方法都是简单易行的（参见参考文献[1]）。只要在平地上树立一或三根被称为表的杆子，用尺子或绳子就可以方便地进行测量。既然早就有了这样简便而准确的决定方向的方法，人们有什么必要还要采用那种既不方便、又不准确的方法呢？可见，这种石板不可能是专门用来测量方向的。当然，利用插在石板中心圆坑处的表来测量大致上的方向还是可以的，但这时的精度要求应该不是很高的。

那么什么是晷仪呢？看来可以有两种解释。一种解释是它可能就是一种后来人们统称之为浑仪的天文观测仪器。由于它既能观测恒星、月亮、彗星等天体的位置又能观测太阳的周年视运动情况，或许后者就是它的主要用途，人们就称它为晷仪。后来随着各个时代制作上的改进，结构、外形等都有了一定的变化，也就采用了全然不同的各种名称。另一种解释是晷仪可能是日晷和某种浑仪的合称。这在我国古代还是有类似的情况的，在《后汉书·律历志中》里就讲到："历数之生也，乃立仪、表，以校日景。""黄道去极，日景之生，据仪、表也。"[7]这里的仪、表就是两种仪器放在一起称呼的。在西汉时人们也完全可能将日晷和浑仪合在一起来称呼。由于古文中是没有标点符号的，经过漫长的时间以后就有可能错将它们看成是一种仪器了。只是仪、表比较明显地是两样仪器，不大可能会引起误解而已。至于在《后汉书·礼仪中》里所提到的："令晷仪东北"则很可能是日晷放在东面、浑仪放在北面的意思。我对我国古代的礼仪制

度的情况是一窍不通的，不知道当时是否会将用来观测天象的仪器放在东北角上而不是放在正东、正北的方向上。但我认为上述的可能性是不能完全排除的。而且即使晷仪是放在东北角上也并不能排除它是两种仪器的可能性。由于"晷"字的含义就是日影，而浑仪不是观测日影的，一般来说它是用来直接观测太阳圆面的，所以，我认为在上述两种解释中后面的一种似乎更有道理一点。

李先生在《晷仪》一文的注解中谈到，清代的李锐认为《后汉书·律历志中》里的"历数之生也，乃立仪、表，以校日景"之仪、表是"仪谓浑仪，表谓圭表"（《李氏遗书·四分术注》）。李先生认为当时并没有浑仪的名称，而浑仪又不作专校日景之用，故认为这里的"仪"是指晷仪。如果晷仪就是浑仪中的一种，这两种观点就没有什么分歧。但李先生认为晷仪是用来测定方向的，这就需要略加讨论了。显然，这里的仪、表是用来观测太阳的运动情况以便制定历法的。圭表可以通过观测正午时表影的长度来推算太阳在黄道上的位置，从而决定当时所处的节气。另一方面，圭表也可以用于测定方向，这在《周髀算经》、《考工记》、《淮南子》中都有明确的记载。如果晷仪只是专门用于测定方向的，在这里也就没有什么用处了。而从李先生肯定其为晷仪的两块石板上的分划情况来看，它们肯定与观测表影的方向变化有关，这对编制历法尚看不出有什么作用。而浑仪既可以观测恒星、行星、彗星等，又可以观测太阳和月亮，在观测太阳在恒星背景上的周年视运动方面它可以算是最有用的仪器了。东汉时专门制造了一台被称为"太史黄道铜仪"的浑仪，就是专门用来"以部日月行，参弦望"的[7]。它虽然不是用来直接观测日影的，但还是可以根据观测太阳在恒星背景上的位置来决定节气亦即是能够"校日

景”的。所以，看来李锐的看法还是对的。

四、可能是精度不高的地平式日晷晷面

我认为在本文中所讨论的这两块石板很可能是一种精度较低的地平式日晷。其理由如下：

首先，前面已经讲到，这两块石板的表面上都刻划有六十九条辐射状的分划线，将这些线所在的区域划分为六十八等分，相当于将整个圆周划分为100等分。这肯定是与我国古代早就采用的将一天划分为100刻的做法密切相关的，也即它们是和时间的测定工作有关的。到目前为止，我们还没有看到过在天文学方面或其他方面有与将圆周划分为100等分有关的其他资料。

其次，根据这两块石板出土地点的大致纬度，对夏至白昼最长的情况用球面天文的公式进行了估算。计算中的黄赤交角值取为$\varepsilon=23°43'$（这在公元前200年到公元前100年期间都是适用的，这段时间相当于西汉初年），内蒙古托克托城的纬度近似取为北纬40°，洛阳则近似取为北纬35°。计算结果表明，在夏至这一天，这两个地点的人们所看到的从日出到日没时太阳的地平经度的变化应分别为243°34和238°81，如果用将圆周划分为100等分的方法来表示，它们分别相当于67.60和66.34个等分，和石板上辐射状分划线的分布区域的68等分十分接近。这决不是偶然的。它可以表明这种石板正是水平安放用以观测表影的方向变化的，它们恰好能在其出土地点所在的区域内使用。

另一方面，我国古代也早就产生了地平式日晷。关于这个问题的明确记载可以在《史记·司马穰苴列传》中看到。田穰苴是战国时代的人。他和庄贾约定第二天中午“会于军

门”后就“先驰至军，立表下漏待贾。”[9]这是使用一种地平式日晷的明确记录。由于当时的漏壶计时精度很低，如不及时校正则有可能将已经是相当大的计时误差积累起来，使它们不能在一定的精度范围内提供准确的时间了。在“下漏”的同时要“立表”，可能就是基于这样的考虑。人们可以通过日晷来随时校准漏壶，而在多云、阴天或黑夜里日晷无法使用时漏壶又能提供具有一定计时误差的时间，两者是相辅相成的。而且在《史记·司马穰苴列传》中讲到的是田穰苴“先驰至军”，然后才“立表下漏”的。而第二天中午时间一过就“仆表决漏”，从而结束了这次计时工作。可见他是根据需要来计时的，并不是连续地进行这种工作，这样如果只用漏壶计时就不能提供所需要的时间，因为这时就存在一个计时的起点问题，这在漏壶本身是无法解决的，这就需要人们进行天文测时来决定。在所有天文测时仪器中，日晷是最简单最方便的一种，尤其适用于民间的计时工作。从出土的西汉漏壶可以看出当时的漏壶计时精度仍是很低的，在秦末汉初时人们必须使用日晷来计时看来是没有什么疑问的。尤其是日晷相对于漏壶来讲还是比较简便的，它又可以独立地计测时间，民间广泛地使用它们来计时更是理所当然的了。前面在第一节中我们已经讲到当时不大可能产生赤道式日晷，这时的日晷应该是地平式日晷。

综合以上情况可知这两块石板上的辐射状条纹是与将一天划分为百刻的做法有关的，它们又是水平安放以观测表影的方向变化的，而当时日晷是普遍使用的，那么能否肯定它们就是地平式日晷呢？

我们知道，对表影的观测不外乎要得到三个方面的结果：当地的方向情况、当时所处的节气以及按照当地所看到的太阳周日视运动的情况所决定的当时的时刻。我们已经在

前面讲到过，根据石板上辐射状分划线等情况，它们不是专门用于测定方向的。当然，测量方向并不一定非要观测日出日没时的表影不可，根据在正午时表影最短的特点也可以确定南北方向，但在石板上并没有表影长度的刻划，而且由于在接近正午时表影长度的变化很小，这里使用的表又不会很长，表影长度的变化则更不显著，这样测出的方向误差可能是非常大的，因而这种可能性基本上可以排除。根据已知的时刻的表影方向也能够决定当地的方向情况，但是由于太阳的周年视运动，在一年中各天同一时刻的表影方位也不是完全相同的，其情况比较复杂，看来当时要掌握这种规律是不大可能的。而且在当时的条件下，人们也不可能先知道当时的精确时刻再来决定当地方向的。根据类似的理由，当时的人们也不可能根据已知时刻时表影方向在一年中的微小变化来决定当时的节气。这样，人们要了解这时所处的节气就肯定要观测正午时表影的长度，而这种可能也可以由石板上没有测量表影长度的刻划的情况排除。当然在第一节中谈到怀特和米尔曼所提出的方案中也有用来决定节气的考虑。我们已经讲过，根据人们当时的认识水平是不大可能采用这样的型式的。而且由于“T”形表与矩形铜板之间的距离不是很大，只有12厘米多点，这样一年中表影在矩形铜板上的高度变化只有11厘米左右。尤其是当太阳在两至点附近时这种变化极其微小，经估算，太阳在冬至前后黄经变化15°时其表影长度的变化只有两毫米左右，在当时的条件下要用这样的方法准确地定出节气是相当困难的。所以，怀特和米尔曼提出的这种决定节气的方法基本上是可以排除的。既然这两块石板不可能是用来测定方向或决定节气的，它们就只能是用来测定时间的地平式日晷的晷面了。

五、两点说明

要确认这两块石板是精度不高的地平式日晷的晷面，还必须作以下两点说明。

首先要说明这两块石板的可能使用情况。晷面是水平安放的，晷面上有辐射状分划线的部分放在北方，标号为三十五的分划线放在正南北的方向上。晷面中心的圆坑是用来插表的。根据表影在晷面上的位置就可以知道当时的时刻。在李先生的《晷仪》一文中谈到，这种石板上辐射状分划线标有的从一到六十九的数字与汉代的记时法不合。据李先生推测："汉代把一日百刻划分成昼漏与夜漏两部分，昼漏、夜漏又划分成上下两段，都以'上水'的时刻为零。并不用1～69刻来表示。"他认为没有零刻的标志就和当时百刻记时法的规定不符合了。关于这个问题看来还是可以解决的。我认为这里晷面上所注的从一到六十九的数字并不代表白天里实际的刻序，而只是用以区分各分划线的标号。在实际使用的过程中是以日出时和表影最接近的分划线为起点的。设这根分划线的标号为n，则在这一天中观测表影的位置以决定当时的时刻时只要将表影所在的分划线的标号减去n就可以了。对于一年中不断变化着的昼长，采用这样的方法都可以很方便地根据表影的位置随时读取时刻。由于这种日晷的精度不是很高，可以不必每天日出时都观测表影的位置，只要根据前几天的观测能大致知道它的位置就可以了。在长期使用的过程中还可以摸索出不同的节气与n的关系，这就用不着日出时的观测了。以上讲的是以日出作为昼刻的起点时的情况。在《晷仪》一文中还讲到汉代一天的开始时刻各个历法的规定并不相同，有始于夜半的，有始于鸡鸣的，有始于晨

初的．对这种日晷的使用似有不便之处．看来这个问题也不难解决．对于以夜半为起始点的，实际上也就是以正午为五十刻，即第三十五条分划线相当于五十刻，在测时时只要将表影所在的分划线的标号加上十五，就是当时所处的时刻了．对于以鸡鸣或晨初为一天的起始点的，则只要知道鸡鸣或晨初与日出的关系就可以了，这里也就是相差一个常数而已．例如，若鸡鸣是日出前t刻，则将表影所在的分划线的标号减去日出时表影所在的分划线的标号n后再加上t，就是以鸡鸣为起点时的时刻数了。对以晨初为起始点的情况也是完全类似的。

其次，准备讨论一下这种日晷的计时精度问题。我们知道，如果不考虑地球自转的不均匀，也不考虑时差现象对太阳周日视运动的影响，我们可以相对地认为太阳的周日视运动是均匀的。亦即太阳在平行于天赤道的平面中作角速度均匀的运动，这样只有赤道式日晷中表影的方向变化才是均匀的，其晷面上的分划线才可以采取均匀刻度的方法．如果地平式日晷的晷面采用均匀刻度的方法就会引起较大的误差。利用球面三角的公式进行的运算表明，这种误差还是相当惊人的．当太阳在夏至点附近时这种误差最大．它还随安放这种日晷的地点的地理纬度之不同而异，纬度越低，误差越大。在北纬40°的地方，冬至时太阳在子午线附近时，时间经过一刻（指古代一日百刻之刻），太阳的地平经度增加3.°5左右；而在日出日落时则只有2.°3左右。而在夏至时则分别为11.°5和2.°3左右，这时前者约是后者的五倍，比冬至时的情况严重多了。在北纬35°的地方，夏至时的相应值则分别是16.°5和2.°0左右，这时前者是后者的八倍多，显然更加严重了。由此可见，采用均匀刻度的地平式日晷的计时误差确实很大。这在当时能否容忍呢？由于古代社会生产力的发展水平是相当低的，交通运输也不发达，对计时工作的精度

要求也就不会很高。在一个不大的地区范围内如需采取一定规模的统一行动时也只是对同时性提出要求，而对时间间隔的均匀性则不需要有什么要求。《晷仪》一文中谈到在汉代时存在着一种不等间距的记时法大概也是由这种情况所决定的。所以上述日晷在当时还是具有一定的实用价值的。这可以说是一种变间距的百刻计时法。由于间距的不均匀情况比较明显，人们很可能也早就发现了这种情况。在《隋书·天文志》中就讲到，在隋代开皇十四年（即公元594年）鄜州司马袁充"以短影平仪，均布十二辰，随日影所指辰刻，以验漏水之节。十二辰刻，互有多少，时正前后，刻亦不同。"[8]其后列出了二分、二至时各个时辰所占的刻数。这里的短影平仪就是一种地平式日晷，晷面上的十二个时辰是均匀分布的，这也可以看作是一种变间距的十二时辰计时法。从所列的二分、二至日各个时辰所占刻数的情况和我们对此进行的计算相差尚不太大（一刻左右）的情况来看，当时对这个问题的认识已经相当深人了。但袁充提出这样的方案也说明了这个问题并没有得到解决，从另一个角度证实了我们讲到的那两块石板是地平式日晷的看法。

另外，在《隋书·天文志》中还讲到："昔黄帝创观漏水，制器取则，以分昼夜。其后因以命官，周礼挈壶氏则其职也。其法，总以百刻分于昼夜。冬至昼漏四十刻，夜漏六十刻。夏至昼漏六十刻，夜漏四十刻，春秋二分昼夜各五十刻。"[8]这是以太阳的出没作为昼夜的开始所得到的昼夜长短的情况。数千年以来它和在北纬35°地方的昼夜长短的情况都是大致符合的。这里认为在周代时就已经采用了这种昼夜长短的规定。而没有如那两块石板上所表示的在夏至日有六十八刻的情况的记载，这确实是有些矛盾的。但这个问题也可用它们是民间使用的日晷来解释。由于古代的交通很不

发达，各区域之间的联系比较少，在民间使用一种与官方不同的时刻制度是完全有可能的。由于官方所采用的时刻制度是根据漏壶的计时结果来“以分昼夜”的，这样就有可能与当时的中心区域的实际情况基本上符合，而民间则不一定具备使用那种特制漏壶的条件，又没有更合理的其他计时工具，只能采用这样并不合理的计时方法，而且这对人们的社会生活也无任何不方便的地方，所以这种日晷才有可能存在下来。也正因为这种日晷是民间的东西，它们才不见经传，史籍上对它们的有关情况没有任何记载也就毫不奇怪。再加上它们又不很合理，不能流传下来也就是理所当然的了。

六、关于日晷晷面上某些情况的推测

根据以上分析，我们可以认为上述两块石板很可能就是秦末汉初时民间所使用的一种计时精度不高的地平式日晷。现在还需要对日晷晷面上某些标志的情况谈谈自己的看法。

（1）关于大圆周上的六十九个小圆坑的用途问题。据《晷仪》一文介绍，清末的天文数学家汤金铸认为：“……其心及周各有圆孔，以各立表之用。按盘心宜立定表，其周用一游表。令定表直指北极，则盘面与赤道平行，使游表之景与定表相合，可知时刻。”这大概是关于这些小圆坑用途的最早推测了。这里认为晷面是按赤道面斜放的，也即认为它们是赤道式日晷的晷面。以后刘复、怀特和米尔曼都根据这样的想法提出了具体的可能方案。关于这些设想，我们在第一节中已经讲到其可能性是不大的。而且由于洛阳出土的那只晷面上的小圆坑只有1.6毫米深，而且从实物照片上看小圆坑似为凹球面形，这样要插入游表就是比较困难的了。只有象怀特与米尔曼方案中那样使“T”形游表与矩形板之间用

支架连接时才能使游表站立得较牢，但在这样的情况下即使没有小圆坑也没有什么关系，所以小圆坑是否就是用来插游表看来还是存在问题的．另一方面，我们已经讲过这种日晷晷面是水平安放的，这就更不存在使用游表的问题了．因为这样在夏至日前后中午时的表影很短，要使游表的影子落到定表上（如果晷面上有分划线的部分放在北方时则应是使定表的影子落在游表上）就要求游表（或定表）很高，在北纬35°的地方要高于62.4厘米，在北纬40°的也要高于42.6厘米，后者就是晷面上的大圆周半径的三倍半左右，这显然是不大可能的．而且由于这种日晷的计时精度很低，只要根据定表的影子在晷面上方向就可以粗略测得当时的时间了，似无采用将游表的影子与定表相合的方法来得到时刻读数的必要．所以这些小圆坑看来不会是用来插游表的．那么这些小圆坑到底有什么用处呢？我觉得它们可能是用来复制日晷晷面的标志点．因为日晷是一直放在露天里的，经过年复一年的风吹雨打、日晒雨淋，石质的表面会风化，晷面上相对较浅的分划线就会模糊不清，这时就需要将晷面磨平，并根据这些小圆坑的位置进行复制，画出这些分划线，从而又可以正常地进行计时工作．内蒙古托克托城出土的那只日晷晷面上只有这些分划线画得比较正规，其他线条则画得十分马虎，估计这可能就是一块经过重新复制的晷面．由于其他线条均没有标志点，它们与表影方向的测量也没有什么关系，所以就随便地刻划了几笔．只有分划线由于小圆坑的作用而能恢复原样．

（2）关于所谓“TLV”纹的问题．所谓“TLV”纹就是指在图2所示的晷面上的正方形外面的两个线段与互相垂直的两根直径所形成的“T”形和“L”形纹，以及在正方形的对角线延伸到晷面的四只角附近的“V”形条纹．在

李约瑟博士《中国科学技术史》中对“TLV”纹的情况作了十分详细的介绍（参见该书中译本的第306—321页），这里就不重复了。关于这个问题，我的肤浅的看法是它们可能具有几何学上的意义。即它们可能是采用了一种将圆周划分为100等分的近似方法所留下来的痕迹。在《中国科学技术史》中有一张新莽时代的铜镜背面图案的照片（见该书中译本第四卷第309页图126），可以看到也有“TLV”纹的图案；而在其从外向里数第二圈的花纹是103个尖角状的图案，这可能并不是偶然的。只要将它和日晷晷面上辐射状分划线将整个圆周划分为一百等分的情况联系起来看，就可以认为它们的“TLV”纹的作用可能都是相同的。这相当于用“T”纹和“L”纹的线段长度来决定所需要的角度大小。我们可以看到，“T”纹和“L”纹两端与圆心的连线的延长线所夹的弧长分别相当于整个圆周的百分之四。只要与将整个圆周四等分的两根直径配合就可以将圆周一百等分了。新莽铜镜上尖角状图案有103个可能是由于误差所致，而为了美观起见，它又将原有的TLV纹图案化，就成了这样的花纹。这种将圆周分成一百等分的近似作图方法我国古代的人们可能早就掌握了。这在当时的人们看来确实是很不简单的。在一段时间内人们就有可能将它看成是智慧、才能、精巧的象征，TLV纹出现在“六博”游戏中的棋盘上、出现在装饰图案中也就是十分可能的了。现在还需要探讨的是怎样确定T纹和L纹的线段的长度和位置。下面是我关于这个问题的一点设想。

由于两块日晷中，内蒙古托克托城出土的那一块上的TLV纹画得很不正规，无法从中找出其规律；而洛阳出土的一块则十分精致工整，在《中国科学技术史》中收集了其实物照片和刻度图（即图2），为人们对TLV纹的认识提供

了方便．在刻度图上进行了仔细的度量以后，又进行了一定的计算，我设想了用TLV纹将圆周划分为一百等分的作图步骤如下（可参照图4）：

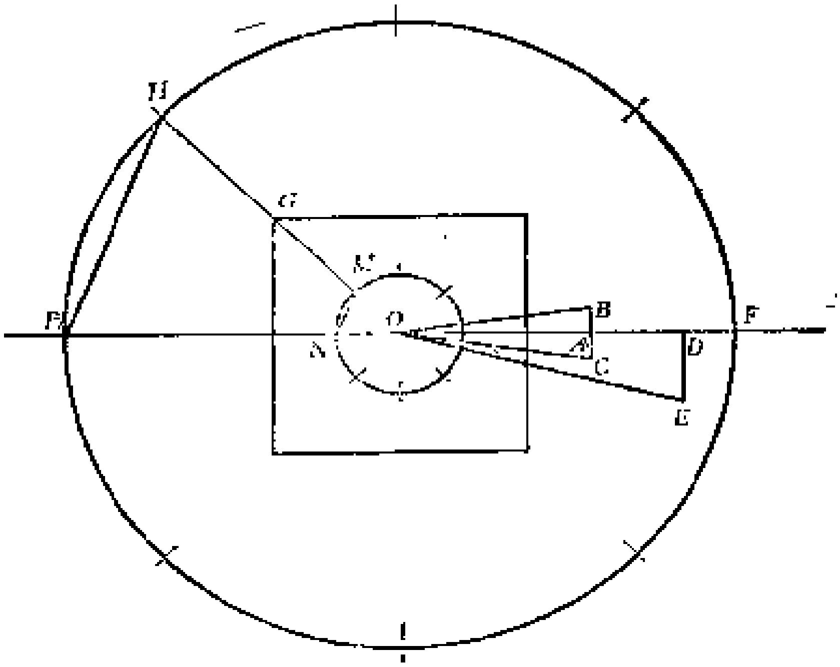
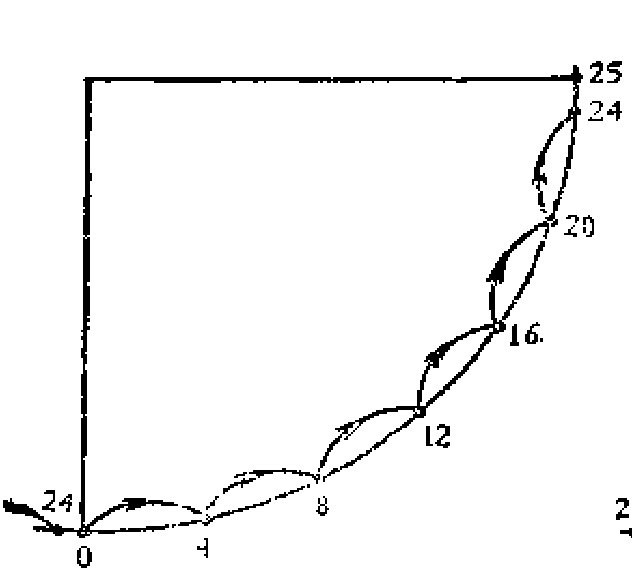


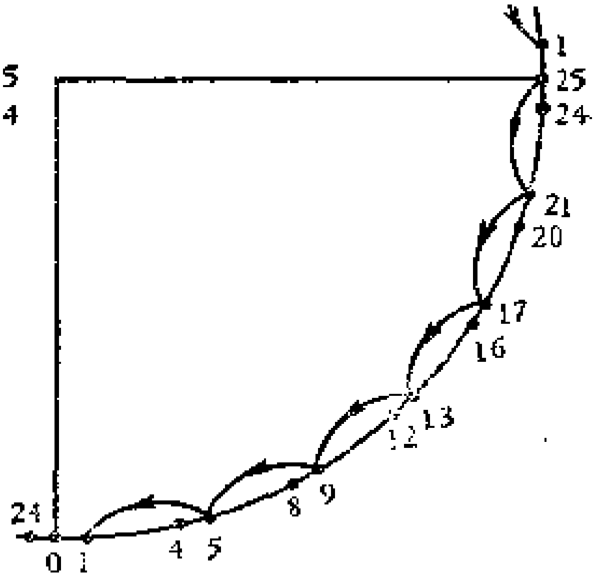
图4　T，L纹的绘制设想

①先作一大圆，并作互相垂直的两根直径作为基准线，它们也是日晷的方向线，实际安放时它们应指向正东西、南北的方向。它们将整个圆周分成四等分。②将$\frac{1}{4}$圆周再分为两等分，就以八分之一圆周所对应的弦长PH为边长，以大圆的圆心为中心，作一各边分别与基准线平行的正方形。③以正方形边长之半为直径作大圆的同心小圆，则该小圆八分之一圆周所对应的弦长MN即T纹线段的长度。小圆的内部没有辐射状分划线，这可以避免这些分划线在接近圆心处过于稠密所引起的刻划困难。④在正方形外的基准线上取一点A使其到正方形边的距离等于正方形边长的四分之一，则A点就是T纹所在的位置。经过计算，T纹两端的B、C点与圆心O的连线所夹的角度∠BOC＝$14.^{\circ}54$，它是百分之四圆周所

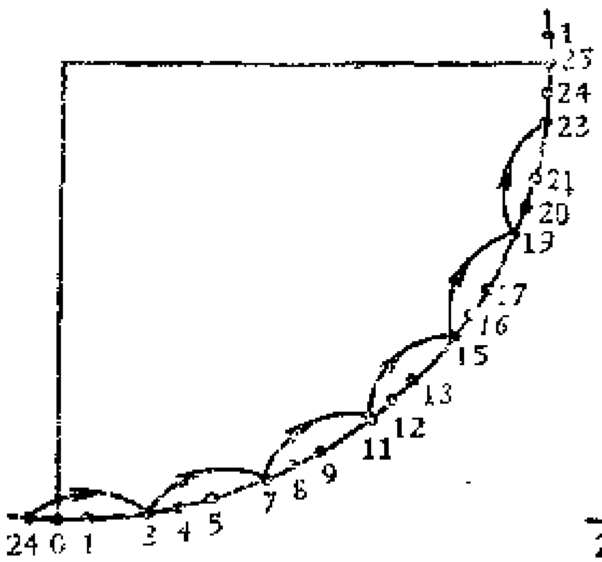
对应的角度14.°4的一个近似值。⑤作连接大小圆周上对应的各个四分之一圆周的平分点的线条；它们也通过正方形的顶点G。在正方形外的基准线上再取一点D，使其到正方形



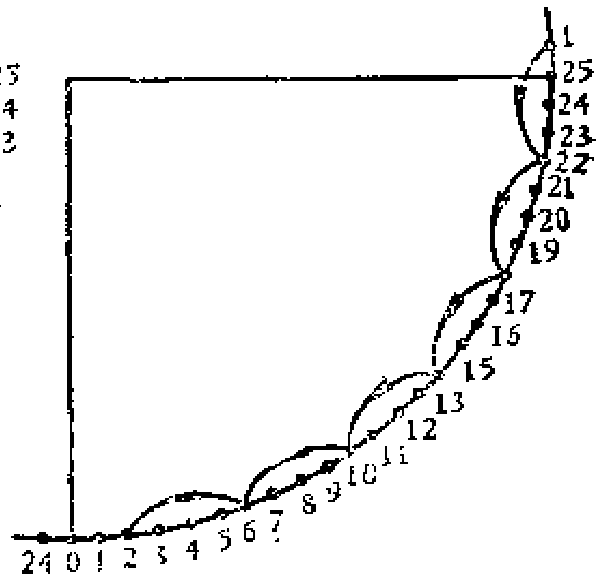
（1）以$^1/_4$圆周的一端点为起点，逐次取已知弦长，可得第4，8，12，16，20，24等诸等分点



（2）以$^1/_4$圆周的另一端点为起点同样可得第21，17，13，9，5，1，诸等分点



（3）以相邻$^1/_4$圆周的第24等分为起点，可得第3，7，11，15，19，23诸等分点



（4）以另一相邻$^1/_4$圆周中的第1等分点为起点，可得第22，18，14，10，6，2诸等分点

图5　利用$^4/_{100}$圆周所对应的弦长将$^1/_4$圆周分成25等分

的边的距离等于从正方形的顶点到大圆周上的距离GH，则D点就是L纹所在的位置。⑥L纹的长度DE取从丁纹所在的位置A到大圆周的距离AF之半.经运算，L纹两端D、E与圆心的连线所夹的角度∠DOE＝14.°20，这是14.°4的又一近似值.很可能这种将圆周一百等分的近似方法就是用∠BOC和∠DOE在大圆周上所对应的弦长作为尺度来进行的.由于在求弦长时难免有作图误差，这里各有四根"丁"纹和"L"纹，就可以得到八条弦长，可以从中挑选一最佳者。利用该弦长等分圆周的工作可分别在各个$\frac{1}{4}$圆周中进行。按照图5所示的四个步骤就可将每$\frac{1}{4}$圆周较方便地分为25等分，亦即将整个圆周分为100等分了。

关于"V"形纹在这里的作用可能就只是使表示东北、东南、西北、西南四个方向的方向线表示得更加鲜明而已。

还值得一提的是据《中国科学技术史》一书中所收集的洛阳出土的那只日晷晷面的刻度图的比例尺进行的计算表明，晷面上大圆周的直径为24.8厘米左右。据考，在传说中的黄帝、舜、夏时代的一尺恰相当于现在的24.885厘米，[10]，考虑到绘图和量度可能存在的微小误差，可以认为两者是基本符合的。这似乎表明了现存的两只日晷晷面虽然是秦末汉初时的文物，但这类日晷的产生可以追溯到更早的年代。

由于水平的限制，又没有看到任何实物，只是根据一些资料的介绍谈了自己一些粗浅的认识，肯定有许多错谬之处，欢迎批评指正，不胜感谢。

参 考 文 献

〔1〕李鉴澄："晷仪—我国现存最古老的天文仪器之一"，载于《科学史文

集》第一辑，上海科学技术出版社，1978年。
〔2〕李约瑟：《中国科学技术史》第四卷，天学，第一分册，科学出版社，1975年。
〔3〕《新唐书》历志三上，原卷二十七上。
〔4〕《宋史》天文志一，原卷四十八。
〔5〕《汉书》卷二十一上，律历志第一上。
〔6〕《后汉书》志第五，礼仪中。
〔7〕《后汉书》志第二，律历中。
〔8〕《隋书》天文志上，原卷十九。
〔9〕《史记》卷六十四，司马穰苴列传第四。
〔10〕吴承洛著，程理浚修订：《中国度量衡史》。
〔11〕兴平县文化馆、茂陵文管所："陕西兴平汉墓出土的铜漏壶"，载《考古》1978年第1期。
〔12〕"内蒙古伊克昭盟发现西汉铜漏"，载《考古》1978年第5期。

彝族天文学史的研究

卢央（彝）陈久金　刘尧汉（彝）

地处云贵川三省交界处的四川大凉山地区，是我国彝族人民的主要聚居区。我们于1981年四、五月间，在该地区的西昌、昭觉、雷波、美姑四县，就彝族天文历法的情况进行了专题调查。调查期间我们曾向彝族著名的毕摩沙正才、马运仁、罗哈古候、曲姆大捏、曲璧夫达、阿克甲兹、李格帅依等详细请教，又向彝族著名文化人士岭光电、蒋道伦、罗加修诸先生认真讨教，并得马拉伽、甘和美、李拉格等彝族同志的帮助。以后我们又仔细查阅了有关彝族的古代文献，特别是《西南彝志》和《宇宙人文论》。对前辈江应梁、徐益棠、壮学本等先生早先对彝族文化调查的报告进行了深入研究，也参考了陈宗祥、邓文宽、王胜利诸同志近年对彝族天文历法的调查工作。今将我们的研究结果作一简要的报道。对于彝族文化中属于天文、历法领域的这一部分进行深入的探讨，由于目前已频临灭绝而显得困难。但它是彝族古老文明中极为重要的组成部分，也是中华民族古老文明中的重要成分，有必要在它面临灭绝之际抢救出来。这不仅对彝族的文化发展有很大益处，而且对其它各民族文化的发展也会有所裨益。为祖国社会主义建设事业努力奋斗的彝族人民和其它各族人民，也都会在缅怀先民创造古代文明的光辉业绩中受到鼓舞。

一、彝族人民中保留着的古代天文历法知识

在我们的实地调查中，我们强烈地感觉到彝族人民中迄

今保留了十分丰富的渊远流长的天文学知识，但在形式上有许多都是和神话、传说、星占迷信等交缠在一起。这里最重要的是以下几点。

（1）彝族人民中保留了观测太阳出没地平方位以确定种植节令的传统。这种传统可以追溯到原始社会时期。

例如，美姑著名毕摩阿克甲兹介绍了他用“立竿见影”的办法来预报种植节令的事迹。他不是测太阳中天时的竿影，而是将日落地平时投射在房屋西墙上的竿影作下记号，而后视竿影与某个记号重合时定出种植某种庄稼的时令。

又如罗加修同志介绍喜德县的基姆考兹，用三块固定石头，两脚各踏一块，头枕一块，用以固定观测位置和视向。观测日出和日没地平时，太阳在什么自然标志（山梁或山丫口等等）处升起或下落，一方面用来测定时令，另一方面他已考虑到测定一年中白天“最长日”和白天“最短日”的太阳出没地平方位。

（2）彝族人民中还记忆着他们本民族特有的十月历。这个十月历是一年三百六十五天，十个月，每月三十六天，余下的五天算过年日。

彝族现今保留着“火把节”和“星回节”这两个重要的节日，而这两个节日正是古代十月历确实存在的佐证.有确凿的证据表明，彝族人民利用北斗星斗柄的指向确定季节有悠久的历史。所谓“星回”，就是斗柄又回到傍晚时下指的时节。

（3）彝族人民现在还广泛流传着他们自己的二十八宿，以观测月亮进入“兹星”来校定历法。他们于每年的一定时间（据说过去严格地规定为七月八日）观测月亮是否进入天蝎座（即兹星）。如果月亮果然在这一天进入天蝎座，那么历法无误，否则就要重新校定。

彝族人民中深刻地认识恒星月的长度，而对朔望月的长

度却并不特别注意，这暗示了二十八宿的真实意义和二十八宿的起源。彝族的二十八宿与汉族的二十八宿有若干不同之处。主要是星名不同，标志星和距度不同，起首星不同等等。但是彝族二十八宿有一个最重要的特点是二十七宿和二十八宿同时存在。即有的月是二十七宿，有的月是二十八宿。这强烈表明彝族二十八宿的建立是根据月亮的行度。

（4）彝族的十二属相周，在形态上虽与汉族的十二支一致，但汉族的十二支已脱离其原始形态，而彝族的十二属相周却反应了它与原始图腾崇拜的联系。

彝族人民普遍知道日的属相，即汉族的日支。一轮十二日，三轮三十六日，古代十月历一月三十六日与此有关。现在彝族地区赶街子还有虎日赶虎街，猪日赶猪街等等。虎街，猪街等是地名，这些地名当与过去的历史有关。

（5）彝族目前还保留着某个支日去某方位有利，去某方位不利等迷信习俗。他们用以检定日支与方位的工具是八卦历盘。这暗示出彝族八卦的来历。

在彝族流传的神话中说到天地的结构时，认为天是一个不断运转的球体。天球的运转是由于一种硕大无朋且又无比凶残的塔波，为了攫取食物不断向前进，而踏着天球转动象踏水车那样。塔波头朝西，因而天球由东向西转。后来彝族著名英雄孜喀亚罗诱使塔波吞食火种而烧死，但分解成三个塔波，即公塔波，母塔波和仔塔波。这三个塔波运行规律不一样，公塔波位于四隅方位。每三个月移一位，一年一转。母塔波位于四正方位，每三年移一方位，十二年一轮转。仔塌波在四正四隅和天上、地下十方位中，每天移一方位。第一天正东，第二天东南，第三天到正南，如此到第八天到东北，第九天上天，第十天入地，然后第十一天又回到正东方位。三个塔波有规则的运行，使人

们有办法躲避凶残的塔波。这明显地暗示了彝族的八卦历盘与彝族的宇宙结构观念的关系。

二、彝族先民对祖国古代天文学的贡献

在我国古代的灿烂文明中，天文学有着特殊的光辉，这是我国古代各族人民共同创造的，其中有着彝族先民的重要贡献。

（1）《夏小正》一书，是我国古代流传下来的重要典籍。全书共四百六十八字，按十二月分列十二条，描述了各个月的物候、气候、星象和祭祀、生产的安排。对于夏小正，前人做过不少深入的研究，但对于其星象、物候与季节、月份的匹配，总是不能妥善的解释。如果我们摒弃一年十二个月的这种根深蒂固的见解，而考虑一年十个月，每个月三十六天的十月历，那么夏小正上的星象、物候与季节月份的匹配关系就会迎刃而解。

我们稍微仔细地来考虑一下夏小正中星象的记录，就立刻可以看出来。

《夏小正》中说："正月鞠则见。初昏参中，斗柄悬在下"，由此可推日在危宿；又说三月"参则伏"，可推得日在胃；由正月和三月的日所在，可推得二月日在奎宿；四月"昴则见"，则日在觜宿；五月"参则见"，则日在井；六月"初昏斗柄正在上"，则日在张宿；七月"斗柄悬在下则旦"，则日在轸宿；八月"辰则伏"，辰即大火（心宿二），则日在氐宿；九月"内火"，火即大火，则日在尾宿；十月"初昏南门见，织女正北乡则旦"，则日在斗宿。由九月星象日在尾宿，也可推知十月日在斗宿。斗宿距危宿仅约40度，以日行1度，则十月与正月仅相隔四十日左右。

若夏小正是每年十二个月的阴阳历，则从十月至正月有三个月，这无论如何是不相合的。若考虑夏小正为十个月的太阳历，则从十月至正月相隔仅一个月三十六天，再加上五至六天的过年日，就正好相合。再从以上所推各月之日所在，计算太阳的角距，大致每月都在35°左右，而一个朔望月日行不能超过30°，因此夏小正所记述之历法与一年十二月的阴阳历不相合，而与每月三十六天的十个月的太阳历密近。而"夏小正"经文中的十一月和十二月两条，记叙简略，不类前十个月的诸条，也没有星象记录，这反映了它原是十月历的痕迹。

从《夏小正》正月"斗柄悬在下"到六月"斗柄正在上"，五个月中星象就旋转了半周.又从"斗柄正在上"又回到"斗柄悬在下"也只五个月，因此一年只能是十个月。如果是一年十二个月，那么从"斗柄悬在下"到"斗柄正在上"为五个月，而从"斗柄正在上"回到"斗柄悬在下"为七个月，这是不可能的。《夏小正》中还有两条记录：一条是五月"时有养日"，一条是十月"时有养夜"。从五月最长日（夏至）到十月最长夜（冬至）仅为五个月。由于夏至到冬至大致为半年，由冬至到夏至亦大致为半年，由此亦可证《夏小正》一年仅为十个月。

又从《夏小正》中的物候记录来看，也基本上符合于十月历而与十二月历不合。《夏小正》正月的物候与农历大致相同，但以后便逐渐增大差距。因而《夏小正》的二、三、四、五月，分别呈现出农历三、四、五、六月的物候。例如《夏小正》的二月"祭鲔"，三月"瞉则鸣"，"四月鸣扎"等与《月令》的三月"天子荐鲔于寝庙"四月"蝼蛄鸣"，五月夏至后的"蝉始鸣"相对应。小正六月物候又大致相当于农历七月。小正七、八、九三个月的物候又相当于农历

八、九、十、十一各月。例如小正七月“寒蝉鸣”实际在农历九月初；小正八月的“剥枣”和“栗零”，即打软枣和栗子外壳自然暴裂下落，在农历则是九月末或十月初；小正九月“王始裘”，裘为皮衣，穿皮衣的季节当在农历十月底以后。小正的十月大致相当于农历的十一月底和十二月。小正十月有“黑鸟浴”。乌鸦古称冬乌，又称寒鸦，农历十一月和十二月间合群飞翔。由此可见，物候记录上《夏小正》原本亦是按十个月排列的。《夏小正》最后两个月，是整理者主观加上的，无星象文字，物候记录则是从十月中分出的。

《夏小正》每年十个月，以斗柄下指和斗柄上指等等定季节，岁首放在农历正月，这些特征与彝族太阳历完全一致。从而从民族学的资料推断，《夏小正》所载历法与彝族十月历有共同的渊源关系。夏民族原是西羌族的一支，夏代历经兴亡之后，夏羌文化却在其后裔彝语支民族中保留至今。

《管子·幼官图》中载有十图和三十节气，薄树人同志曾提出这一点要大家注意。从我们看来，十图即一年十个月；一年三十个节气，即每节气十二天。这个与阴阳历怎么也不能匹配，而与十月太阳历却吻合得很好。这说明《幼官图》是属于十月历系统。“幼官”一名，据闻一多郭沫若考证是“玄宫”二字之误写，玄宫图象征着伏牺和夏代的文物制度。此外在《诗·豳风》等文献中也有应用十月历的痕迹，此处不能多述。

在此应说明一下关于十二生肖，其起源众说不一。今彝族地区仍广泛应用，各地区还有十二兽神庙，每年都在神庙举行大型祭祀活动，要跳十二兽神舞蹈，气分庄严肃穆。还有如前述之十二兽命名的街集。彝族中很多氏族亦以十二兽来命名。这些都表明彝族人民中保留着对十二兽纪日的崇

拜，可见十二兽纪日法也起源于彝族先民的古西羌族。由于采用了十二兽纪日，将一年分为三十个节气，每节十二日就有了产生的根据。

（2）上古时代，西羌天文学是非常发达的，几乎居于中国上古天文学的支配地位。上古时，云、贵、川三省及陕、甘的一部分，主要是西羌的势力，汉人几乎没有到达，直到秦征服巴蜀以后才逐渐向四川地区移民，设据点保护。但直到东汉，四川地区还是“夷多汉少”，需设都尉保护汉人移民，秦统治巴蜀以后，向巴人征收赋税，巴人称赋曰賨，所以又称賨人。而我国历史上记载的许多著名天文学家中，有许多就是賨人。

据《史记·天官书》记载，东周著名的天文学家周景王时代在王室任太史的苌弘，即是四川资中人。“资”为彝族大姓，“资阳”、“资中”等地是以“资”姓大族而得名。这些地方直到东汉时还设有“白虎夷王”。彝语支民族世代崇拜虎，自称虎民。此“白虎夷王”就是彝族先民首领的称号。在东周时出生在这里的苌弘当为羌人。苌弘的主要天文成就，据《淮南子·氾论训》：“昔者苌弘，周室之执数者也。天地之气，日月之行，风雨之变，历律之数，无所不通。然而不能自知车裂而死”，反映苌弘是个星占学家。《史记·封禅书》说：“是时，苌弘以方事周灵王，……周人之言方怪者自苌弘”。从苌弘的星占活动看来，与彝族现时还保留的迷信活动有许多类似之处，也可看出苌弘的学术源于羌人。

据汉《风俗通义》说，鹖冠子是賨人。鹖冠子是《鹖冠子》一书的作者。《鹖冠子》一书学术界认为是战国末期的著作。据《史记·赵世家》，赵悼襄王三年曾命庞煖领兵攻打燕国，而《鹖冠子》中又直接记载了鹖冠子与庞煖的问

答，亦可见鹖冠子是公元前三世纪中期人。《鹖冠子》一书虽是一部哲学和政论性的著作，但其中几乎每篇都引有天文学的内容。所以《通志》说他是“知天文者”。《鹖冠子》中包含有丰富的天文学内容，近已引起学者们注意。其中关于斗柄指向的论述：“斗柄东指，天下皆春；斗柄南指，天下皆夏；斗柄西指，天下皆秋；斗柄北指，天下皆冬”，是彝族人民现在还保留着的天文历法传统观念。《鹖冠子》中有一段说：“日不逾辰，月宿其列，当名服事，星守弗去，弦望晦朔，终始相巡，逾年累岁，用不缦缦，比天之所柄以临斗者也。”这大致的意思是：太阳按一定规律，各月都在预定的辰次中运动，月亮每天也住宿一个星宿之中。只有恒星固守不变。日、月每运行一个辰次或星宿，就办该办的事情。而呈现出弦望晦朔的周期以及逾年累岁的变化。这就是上天以北斗临制四方而运乎四时的道理。这一论述与彝族保留的天文历法情况很相吻合。

关于《鹖冠子》中的天文学内容，迄今尚无系统的研究，我们将其列入上古羌人的天文学系统中考察，证实《鹖冠子》中的天文学资料与彝族现存的许多传统文化相一致，这是很有意义的。

汉代著名的天文学家落下闳，据《史记·历书》记载也是巴人（即賨人）。按《风俗通义》所载，他是四川阆中人。阆中是古代巴国的都城，渝水两岸是巴人聚居地。据《风俗通义》记载，阆中有灵台，说明古代巴国天文学很发达，建有正规的天文机构和专业人员。落下闳是在此基础上成长起来的一代天文学家的代表。他的事迹和天文学成就因他参与汉代太初改历而记载了下来。我们就不再赘述。

从以上三名天文学家的简单介绍中，可见彝族先民在我国古代天文历法领域中曾经作出过许多重要的贡献。

（3）彝族保留着他们自己的一套星座系统，其星座的名称全都以动物来命名。他们习惯应用的恒星为148颗。这148颗恒星大体分成两部分。一部分即彝族的二十八宿，另一部分因其主要用于祭祀，即做道场，就叫它做道场星。彝族的二十八宿主要用于推算月亮各日的运行位置，一方面校定历法，另一方面也用以判断日子的吉凶。道场星主要用于祭祀，将全天星分成八方，这八方道场星在祭祀时都被巫师（毕摩）召唤来协助祛凶除邪。可见彝族的恒星知识主要是用于星占，也用于定季节和历法。这反映了古天文学的特征。由于彝族星占发达和盛行，因而彝族对恒星的知识也丰富了我国古代天文学的宝库。

三、彝族的宇宙理论及星占学

彝族的宇宙观念是朴素的，直观的。彝族认为天球在一刻不停地旋转着。而地球的旋转是一种称之为塔波的神兽在推动。前已述及，塔波分为公塔波、母塔波和仔塔波，这三个塔波运转速度并不一样，因而反映了有三重天球，即恒星天球，月亮天球和太阳天球，这三重天球的运转速度不是一样的。

彝族也有与汉族相类似的关于宇宙结构的理论。它认为宇宙太空中充满着气，气分清、浊。清气形成天，浊气形成地。清气呈青色，浊气呈红色。清、浊二气相互交合变化，形成金、木、水、火、土五行。有了五行而生万物。五行各在一定方位，木在东方，火在南方，金在西方，水在北方，土在中央。清浊两气又在四角方位产生变化，而形成爱、哺、且、舍、鲁、朵、哼、哈八卦。因此整个宇宙就是清浊、五行和八卦的结构。

八卦并不是八方位，八方位彝族另有专名。八卦是宇宙结构中的八个要素。爱、哺是父和母，鲁、朵是长男长女，且、舍是中男中女，哼、哈是少男少女。他们主宰着世界。但八卦又受五行的支配，五行是清浊二气产生的。

彝族的这种宇宙观念，决定了他们对于天文历法的见解。他们将道场星分为八方，将大地也分为八方。三个塔波中的仔塔波每天运行一方位，就是按八方再加上上天、入地。其余两个塔波，一在四正方位中旋转，一在四隅方位中旋转，也是考虑了八方。但是我们必须注意到一点，彝族对行星周期乃至对行星的运动考虑很少，因而母塔波十二年一周的运动与古代汉族关于木星周期十二年一周的认识无关．而且在三个塔波的运转中，没有涉及到彝族特别注重的十二天这个周期。如果再考虑到彝族古代曾广泛施行十个月的太阳历这个事实，那么这三个塔波运动的规律就得重新考虑。

彝族人民中现在还有不少人记得过去是用十月历，后来才改成十二月历的。现在关于三个塔波运动规律的说法，显然是为了与十二月历对应。如果母塔波不是十二年一周，而是十二天一周，仔塔波不是一天移一位，而是每一干支周移一位，那么仔塔波旋转三十周当是一年。彝族著名毕摩沙马息哈（沙正才）告诉我们，原先有一个塔波是三天移一位。就正好说明塔波移动的规律曾经有过改革。因此可以推想，彝族的宇宙理论与他们的历法有关。

彝族的这种宇宙结构体系决定了他的星占学。彝族星占很发达，有八方占，虎星占，十二生肖占，二十八宿占，六十周期占等等。这些占法都是由其宇宙观念派生的。

八方占是按对于三个塔波运行规律的掌握，避开塔波所居的方位，就可以避凶趋吉。三个塔波中最凶残的是仔塔波，因而初一东方就不利。如果考虑的细微一点，那么还要考虑

这个月公塔波所居的方位，那也是不利的。当然现在的母塔波行动缓慢，也是容易避开的。这是完全消极的占法。

虎星占是比较积极的，对于塔波不能老是躲开，那就使人们的活动范围太局限了。因而彝族请出他们祖先的神灵来帮助他们。彝族认为伏牺是他们的祖先，女蜗也是他们的祖先。伏牺是虎，女蜗是龙。这两位神灵轮流值班，虎神伏牺四天，龙神女蜗四天，他们来制服凶残的塔波。因而在四天中除了刚来的一天和离去的一天威力稍小外，两天都能有效地制伏塔波，因此两位神灵下降的八天中，有四天吉，威力稍小的四天就不怎么吉，当然还要看塔波在那一方。这两位神灵轮流不断，这样在一个月中，吉的日子就稍多一些。

十二生肖占与塔波无直接关系，但它是彝族记日的基础，因而也赋与各不同属相日的吉凶。根据彝族祖先中一位为后代谋福利的白天父在一个属相周的经历安排了各属相日的吉凶。如同旧约全书中上帝一个星期的活动那样。

二十八宿占是纯碎的星占，按照月亮进入某一星宿与什么样的星会合而定吉凶，现在看来似乎是完全先验的规定．但其中有一个明显的规律，即月亮与红色的星相近就一定是凶日，例如进入“兹星”(即天蝎座)的兹克星(心宿二）就是凶。

六十天周期占是一个相当复杂的星占。它规定从七月初八前后月亮进入“兹星”那一天后的第二个属蛇日起算，每六十天一个吉凶周期，这六十天的吉凶都是规定好了的。同时又规定七月初八前后月亮进入兹星前的第二个猪日，那一天的星象有特殊的重要，根据这一日的星象可判定全年的气候、庄稼、人畜、灾异等等．从这个猪日到规定的蛇日总是三十天，这三十天实际上是校准历法的时期。所以六十天周期占与历法有十分密切的关系。

彝族的星占学使我们看到，星占学本身反应一定的宇宙

结构观念和一定的历法。

彝族星占的主要内容就是选择时日和方位，什么样的日子在什么方位有利或有灾。因此需要准确的纪日和方位。彝族的八卦盘就起这样的作用。

四、彝族的八卦

前已介绍了彝族八卦是用来描述其宇宙结构观念的。根据其结构分析可看出它与汉族先天八卦相一致。据有些学者们认为：汉族先天八卦是五代或北宋时道士们造出来的。但西昌博物馆保留了有南诏时代彝族八卦的实物。可见先天八卦在唐以前就有，这就意味着先天八卦早就有了，流传于彝族地区，至五代或北宋又传入汉区。《易传》上记载伏牺创八卦，人们以为这是一种传说或托词，现在看来伏牺是彝族先民羌人的祖先，伏牺作八卦应是确有其事。

彝族八卦与天文学关系相当密切。它的一个应用就是纪八方年：东方之年，东南方之年等等。而每一年都有一个规定，即头尾二日为忌日，称为“戈”忌。并记录了这头尾二日的属相。由此即可推算出一年的长度，因此彝族八卦有一个应用，即用来纪回归年的长度。在远古时代回归年长度尚未固定下来时，这种方法有助于人们准确确定回归年的长度。

彝族八卦也有其它作用，例如广泛用于星占，这里我们就不详细叙述了。

彝族天文学很少为世人所知，我们所做的工作还是很初步的，还有很多有待深入探讨的领域。我们坚信对彝族天文学史深人的发掘，将使中国上古天文学的研究大大向前推进一步。而古老文明生存形态及其背景的考察，对于促进现代文明的价值是不言而喻的。

傣历中的纪元纪时法

张公瑾

傣历中有两种纪时的方法，一种是干支纪时法，一种是纪元纪时法。本文着重讨论纪元纪时法的问题。

傣历中的纪元纪时法，与公历的纪时法相近似，即以某一个时间为傣历纪元开始累计的时间，以后就顺此按年月日往下记，至1978年10月2日（农历戊午年九月初一）为傣历1340年12月月出1日，这是一种情况[1]。

还有一种情况，公元1978年10月2日又是傣历纪元的第1340年、傣历纪元的第16580月，并是傣历纪元的第489618日。对这种年月日的累计数，现译称为傣历纪元年数、纪元积月数和纪元积日数。

本文根据傣文天文历法文献《苏定》与《历法星卜要略》[2]的历法部分，介绍傣历纪元纪时法的计算方法，并分析这种年月日累计计算方法在天文历法计算中的作用和意

1) 本文主要讨论纪元纪时法的方法问题，对于傣历年月日安排的全面情况及其与公元和农历的比较，可参阅宋蜀华、张公瑾《傣历概述》（1977年第4期《中央民族学院学报》）。本文在必要处加注。月出1日即当月第一天，详见251页注1）。

2) 傣文天文历法文献我所见到的除这两本外，较重要的还有《苏力牙》与《西坦》，此二书中若干数据要比《苏定》严密，但《苏定》是一本最基础的、也比较早期的著作。选用《苏定》作为本文介绍纪元纪时法的依据，可以反映傣历比较早期的面貌。《历法星卜要略》历法部份主要是讲述安排年月日的计算方法，其中已可看出《苏力牙》《西坦》二书的影响。此书原无书名，为了叙述方便，根据其内容加此书名。

义、民族特点及其与国外有关民族文化交流等问题。

一

根据现存傣文历法资料推定，傣历纪元开始的时间为公元638年3月22日，这时称傣历零年7月1日（当年九月置闰月），到公元639年3月21日满一周年后，则称傣历一年。公元639年3月22日，为傣历6月12日，是傣历1年元旦日，以后就顺此往下记，直至公历1978年4月15日满1340年。由于傣历以零年起数，于是，往后计算的纪元年数，都是傣历的实足年数，好象我们计算人的实足年龄一样。因此，1978年4月16日傣历始称1340年，实际上是已经满了1340年，并已是进入1341年的第一天了。过去汉文资料里对傣历建元的时间和傣历元年常有公元638年与639年两种说法，弄清了傣历纪年的特点，这个问题也就清楚了。

纪元年数是求纪元积月数和纪元积日数的基础。由于傣历是阴阳历，年是太阳年，其数值为365.25875日，比回归年的数值还略大；月是朔望月，其数值为29.530583日，因此，纪元积月数就不是纪元年数的简单倍数，其中还有一个闰月的问题，这就必须有某种计算公式才能求出。《苏定》一书中求纪元积月数的公式分四个步骤如下：

（1）以纪元年数为基数乘12，

（2）以（1）的得数加当年月序数[1)]，

1）傣历以6月为岁首，当年月序数如下表：

月份	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
当年月序数	0或12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

（3）将（2）的得数乘7除以228（只取整数。本项余数为闰余，求积月数时此数非整数，舍去）。

（4）将（3）的得数加（2）的得数为纪元积月数。以傣历1233年4月月出13日[1]为例，可列式如下：

（1）$1233 \times 12 = 14796$

（2）$14796 + 10 = 14806$

（3）$14806 \times 7 \div 228 = 454$（余130，舍去）

（4）$454 + 14806 = 15260$（此得数即纪元积月数）

这个式子的第（1）（2）两步是求出一年按12个月来计算的月数，第（3）步是求闰月数，此两数相加，就得到纪元积月数。求闰月何意用（2）之得数乘7除以228？因为228是平年12个月的19倍，此一步骤的意义就是（2）之得数$\times \dfrac{7}{12 \times 19}$，这正好说明傣历置闰月的方法和汉族农历一样是19年7闰，用平年月数的积累加上每19年7个闰月，于是就求得纪元积月数了。由上式可以看出，傣历的纪元积月数也是实足月数，因为闰余的天数在这个式子里是舍掉了。

《苏定》一书中求纪元积日数的公式分五个步骤如下：

（1）以纪元积月数为基数乘30，

（2）以（1）的得数加当月日序数[2]，

（3）以（2）的得数乘11加650，

1）傣历每月分月出（上半月）与月下（下半月）两个半月，每月1至14日皆称月出1日……至月出14日，15日称望日，16日以后为月下1日至月下13日或月下14日，最末一天称晦日。

2）当月日序数是以月出1日起数的积累数。上半月的日期与日序基数相同，下半月的日期加15即当月日序基数，如月下8日，日序基数为18。

（4）以（3）的得数除以703（记下余数），

（5）以（2）的得数减去（4）的商数，即是纪元积日数。

仍以1233年4月月出13日为例列式如下：

（1）15260×30＝457800

（2）457800＋13＝457813

（3）457813×11＋650＝5036593

（4）5036593÷703＝7164（余301）

（5）457813－7164＝450649（纪元积日数）

这个式子的道理也不难明白，其第（1）步是以每月按30日计算所得出的日数，第（2）步再将当月日数加进去。由于月建有大小，于是须在这个总日数内减去每年5或6个小月（只有29天）的5或6天，就得到纪元积日数，公式第（5）步的作用就在于此。第（3）（4）两个步骤就是求小月应减去的时间。这两步中我们先将加数650保留起来，将703除以11，商数为63.9。这就是说总日数乘11除以703，就是总日数除63.9。公式第（5）步的意义也就是63.9日中要去掉小月的一日。按此式计算，一个月30日就要减去0.46947日（1÷63.9×30＝0.46947），19年235月共应减去110.32545日。而19年中每年若有6个小月，共应减去114日，则不足3.67455日，因此，相隔数年就要在小月8月增加一天，变成大月，即19年中置3—4个8月满月，以补此差数。

式中所加之650是一项修正值，650÷703＝0.924608，将近一天的时间，这项修正值的意义下文再说。

《苏定》一书中计算每年元旦日的纪元积日数又另有一个公式。这个公式要比上述公式简便，因为不需要增加月份与日期的零头了。这公式是这样的：

（1）以纪元年数乘292207，

（2）以（1）的得数加373，

（3）以（2）的得数除以800，

（4）以（3）的商数加1即为元旦纪元积日数。

求1233年元旦之纪元积日数，列式如下：

（1）1233×292207＝360291231

（2）360291231＋373＝360291604

（3）360291604÷800＝450364（余404）

（4）450364＋1＝450365（元旦纪元积日数）

本式中292207除以800等于365.25875，这正是傣历年的长度.以365.25875乘纪元年数所得数当然就是这些年的纪元积日数了。第（4）步所加之1是元旦当日日数，故必须加1才能得到元旦之纪元积日数。

本式第（2）步所加之373，也是一项修正值.373÷800＝0.46625,不到半天时间。但要注意本式的修正值是加数，上式的修正值是减数，这两项修正值都可能是因为计算的起点与历元所定时间有差距，为了协调此差距而增加的。

本式中被800除后的商数是纪元积日数,此外，还有一个余数.以除数800为被减数来减去此余数,所得数为运转余值，这个数值很小，但在计算太阳视运行位置时有用。此数除14所得商数是黄道位置上的一个余分值.此余分值在计算元旦纪元积日数时被舍去了，但在计算太阳所在位置时却要加上去.傣历1233年4月月出13日求此余分值列式如下：

800－404＝396（运转余值）

396÷14＝28（余4）

即余分值为28，此数值下文还要说到.

二

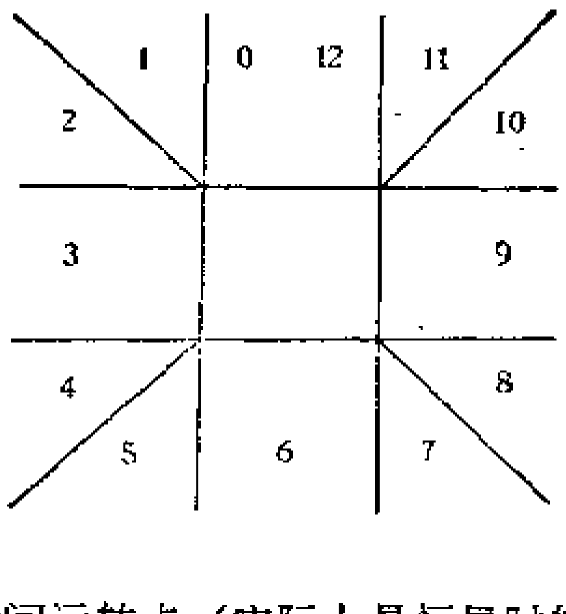
纪元年数、纪元积月数和纪元积日数这三项以历元为起

点的时间积累数，是依据日月行星的运行规律而制订的。一年是地球绕太阳公转一周的时间，一月是月亮绕地球公转一周的时间，一日是地球自转一周的时间。年月日的积累数也就是这些天体运动周期的积累数。同时在有了这些时间的积累数据之后，又可以反过来推算日月行星的运行位置。《苏定》一书中有多半篇幅就是讲日月行星位置的推算法的。

傣族天文学中将一周天划分为十二宫，每宫分为30度，每度60分，以此来观测和标定日月五星等天体（即九曜）的运行位置。十二宫的宫序为

0或12	白羊宫	6	天秤宫
1	金牛宫	7	天蝎宫
2	双子宫	8	人马宫
3	巨蟹宫	9	摩羯宫
4	狮子宫	10	宝瓶宫
5	室女宫	11	双鱼宫

并以下图表示十二宫的宫序：



如果要表示某一个天体在十二宫的某一个宫，只要将这些天体的代号填入上图即可。这些天体的代号是太阳1，月亮2，火星3，水星4，木星5，金星6，土星7，此外还有一个代表黄白升降两交点的假想星体罗喉，代号为8，有一个表示每昼夜时间运转点（实际上是恒星时的标志）的格德，代号为9。后面两个假想的星体来源于印度天

文学中的所谓“隐曜”，即罗喉与计都，但计都到傣族天文学中，意义已完全改变，故改译为“格德”。

求月亮和格德的所在位置，不必用纪元积日数，因为月亮一个朔望月运转一周天，格德一昼夜运转一周天，用不着以建元时间为起点来进行推算。也因为这个道理，傣文的计算历[1]在标出各天体在某月某日运行到某个宫时，都不标月亮和格德的位置。

求太阳的运行位置，也不一定要以纪元积日数为基数。因为每一年太阳运行一周天，因此，欲求某一天太阳所在的位置，只要有这一天的当年日序数[2]即可。傣文计算历上一般都注明每月一日的当年日序数，但也可以用推算的方法求得，这就是以该日的纪元积日数减去当年元旦的纪元积日数，得到当年日序数；然后以当年日序数为基数进一步求太阳的所在位置。例如1233年4月月出13日的纪元积日数为450649，当年元旦的纪元积日数为450365。两数相减，该日的当年日序数为284，这就是求太阳所在位置的基数。《苏定》中求太阳所在位置的第一步是“以当年日序数为基数，除30，商数为所在宫，余数为所在度。以所在度为基数，乘60，除30，商数为所在分。这就是太阳的所在位置”。以1233年4月月出13日为例，可列算式如下：

$284 \div 30 = 9$ （余14）

$14 \times 60 \div 30 = 28$

可得下式
- 9为所在宫即摩羯宫
- 14为所在度
- 28为所在分

1） 傣文年历有实用历与计算历两种，计算历是一种标明许多计算数据的年历表，以前曾译为“精密年历”。

2） 当年日序数即从元旦后一日起算的积累日数。

但这一步还只是求太阳所在位置的初步结果。《苏定》作者显然已经明白，太阳在黄道上运行并非等速（即地球公转的速度并不均匀），因此，这样简单的算式还不能得到太阳的准确位置，于是，太阳运行到某一个宫，由于速度不同，对所在度与所在分还有一个改正数。这改正数是这样规定的："如果太阳走到金牛宫，以1加所在度；太阳到双子宫，以1减所在度；太阳走到巨蟹宫，以3减所在度；太阳到狮子宫，以4减所在度；太阳到室女宫、天秤宫、天蝎宫，以5减所在度；太阳到人马宫，以5减所在度；太阳到摩羯宫，以4减所在度；太阳到宝瓶宫、双鱼宫，以3减所在度；太阳到白羊宫，当年日序数已有360，这样就以3减所在度；太阳到白羊宫后，当年日序数在1以上者，又以1加所在度，是为太阳的所在位置"。这里值得注意的一点是巨蟹宫与摩羯宫，因为夏至点在巨蟹宫，这一段太阳走得慢，所以从巨蟹宫以后，所在度减去的度数就大；而从摩羯宫以后，因为冬至点正在这一段，太阳运行速度快，所以减去的度数就逐渐缩小了。仍以1233年4月月出13日为例，太阳走到摩羯宫，所在度14应减去4，故太阳的所在度应是10。这是所在度的改正数。另外，还有一个所在分的改正数。《苏定》是这样规定的："另一方面，以太阳的所在位置[1]为基数，以元旦的余分值加上去，就是太阳位置的所在分。"1233年元旦的余分值上文已算出是28，28加28是56，故该日太阳所在位置是第9宫（摩羯宫）14度56分。从所在分的这项改正数，可以看出《苏定》的作者已经知道岁差的现象，明白天周和岁周不是一回事，因此设了这项改正数。

这就是《苏定》一书中所叙述的求太阳位置的方法。

1）此"太阳的所在位置"指上式所求得的初步结果。

火水木金土五星的运行，主要就靠纪元积日数来进行推算了。《苏定》中计算五星的所在位置，各有一个公式，但原理是近似的，主要是外行星与内行星的算法有些不同，现以火星（外行星）与水星（内行星）为例来作说明。

《苏定》中计算火星所在位置的公式为“以某日的纪元积日数为基数，减54，除687，余数为火星的运转数。”“以火星的运转数为基数，除57，商数为所在宫，余数乘30，除57，商数为所在度，再将其余数乘以60，除57，商数为所在分。是为火星的所在位置。”1233年4月月出13日的火星位置推算公式按此规定列式如下：

$(450649-54)\div687=655$（余610）

$610\div57=10$（余40）

$40\times30\div57=21$（余3）

$3\times60\div57=180\div57=3$（余9）

故知该日火星所在位置为10宫（宝瓶宫）21度3分

此式的道理是容易明白的，687是火星的恒星周期，此数值仅比真值多0.02日。以纪元积日数除以687，其商数即说明火星自傣历建元以来以恒星为准在轨道上已经绕太阳公转若干周，余数是求火星现在所在位置的根据.57是687的十二分之一（仍余3），即火星运行一宫的时间。余数除以57，其商数当即火星之所在宫。然后再连续将其余数乘以每宫的度数与每度的分数除以57，当然就得到所在度与所在分了。求运转数时在纪元积日数中要减去54，则说明傣历建元时火星过白羊宫宫首已有28.4度的距离（$54\times30\div57=28.421$）。

《苏定》中计算水星运行位置的公式为“以某日的纪元积日数为基数，减33，乘100，加83，除8797，余数为水星的运转数。”“以水星运转数为基数，除100，商数若超过30，用30除，余数加当年日序数，此当年日序数再按太阳所在宫

来加减，如太阳到金牛宫，当年日序数加1；太阳到双子宫，当年日序数减1，太阳到巨蟹宫、宝瓶宫、双鱼宫、当年日序数减3；太阳到狮子宫，当年日序数减4；太阳到室女宫、天秤宫、天蝎宫、人马宫，当年日序数减5；太阳到摩羯宫，当年日序数减4；太阳到白羊宫，如当年日序数有360，则减3；如到了白羊宫，当年日序数有1以上，则以1加当年日序数。如果上述除100的商数（超过30再除30的余数）加1之后，再以商数（或余数）加当年日序数，除30，商数就是所在宫，余数就是所在度。以所在度为基数，乘60，除30，商数就是所在分。这就是水星的所在位置。”仍以1233年4月月出13日为例，依《苏定》的规定列式如下：

〔（450649－33）×100＋83〕＋8797＝5122（余3449）

（此余数即水星运转数）

3449÷100＝34（余49）

34÷30＝1（余4）

4＋284＝288

288－4＝284（此减数4为太阳在摩羯宫应减之数）

284÷30＝9（余14）

14×60÷30＝28

故水星在第9宫（摩羯宫）14度28分。

此式的意义也不难明白，8797÷100＝87.97，这是水星的恒星周期，两项加减数是因建元时水星离白羊宫首有距离而设的改正值。加当年日序数是考虑到太阳运动与内行星运行位置的关系。按太阳所在宫所设的加减数是估计到太阳运行速度迟疾的影响。除以30求宫数是因为一周天360度，30度即一宫的宽度。

求木星土星所在位置的方法，与求火星位置的原理相同；求金星所在位置的方法，与求水星位置的原理相同。

《苏定》中木星的公转周期为12997 ÷ 3 =4332(余1),比真值4333略小,土星周期为10766,比真值10759略大;金星周期为2247 ÷ 10 = 224.7,与真值相合。为避免行文过长,对此三颗行星就不一一列式了,可以参考《苏定》译文的例解。

由于科学发展水平的限制,《苏定》一书推算行星运行位置的方法有不少不合理的地方。首先是,按照这种推算法,行星只有顺行,没有逆行;其次,内行星的所在分永远是其所在度的一倍,只有双数分,没有单数分;第三,许多数据只有近似值,不能得出准确的数据。但是,我们知道,《苏定》求行星位置是以"日"为单位的,而且以求所在宫为主要目的,不可能要求准确的分值,而从大的方面来看,这种推算方法已经掌握了行星运转的一些基本规律。从上述火星与水星的计算公式里,我们可以看出作者已把内行星与外行星区别开来,后者已经加上太阳位置的影响,这在理论上是正确的。同时,书内对每颗行星都提供了一个接近真值的恒星周期,并用恒星周期来除纪元积日数,以所得余数为计算运行位置的基数,这是很有道理的,也是比较方便的。从这里也可看出纪元纪时法对傣族天文学有着十分重要的意义,它是天文计算中的基本的时间单位。

三

傣历历书的安排,贯穿着太阳年与太阴月的双轨制。例如以泼水节来作为年的分界线,完全是按照太阳年的长度来定的(泼水节包括除夕、一至二天的空日及元旦),但是,每年历书安排十二个月,以及八月是否大月,又是按照太阴月来定的;隔数年加一个闰月,又是太阴月与太阳年

协调的表现。汉族农历的太阳年主要体现在十九年七闰的章周中，因此，每年春节总在正月初一，与太阳的运行位置关系很小，而傣历的泼水节却决定于太阳运行的位置，它是与月相无关的．正因此，傣历元旦可以移动于傣历6月6日与7月6日之间．于是，傣历安排每年历书，需要有自己的一套计算方法，而纪元年数与纪元积日数是进行这种计算的基本数据。

有了纪元年数，就能求出这一年元旦的纪元积日数，进而就可求出空日天数、除夕之纪元积日数，据此还可求出头一年除夕与次年元旦的具体日期、当年是否置闰月、以及8月是否大月等问题。同时，依据纪元年数与纪元积日数，也就很容易求得干支年、干支日和周日，并安排出宗教节日关门节在九月有闰月时所在的月份[1]．

以上数据求出之后，当年的历书（包括民用历与计算历）也就安排出来了。现据《历法星卜要略》一书关于历书各项目的计算方法，以傣历1233年为例来作解述。

《历法星卜要略》一书中计算元旦纪元积日数的方法又另有公式，1233年元旦纪元积日数按此书的推算方法可列式如下：（以下每项上式为公式，下式为计算式）

（1）　纪元年数＋1＝x

1233＋1＝1234

（2）　（纪元年数＋4）÷9＝y（舍去余数）

（1233＋4）÷9＝137（余4）

（3）　（纪元年数－y）÷3＝z

（1233－137）÷3＝365（余1）

（4）　（x－z）÷2＝r

（1234－365）÷2＝434（余1）

1）　傣族宗教节日关门节皆在9月望日，当9月置闰月时，关门节应在前9月或闰9月要由计算推得。

（5）　纪元年数－r＋49049＝日余数

1233－434＋49049＝49848

（6）　（36525875×纪元年数＋日余数）÷100000＝s（记下余数）

（36525875×1233＋49848）÷100000＝450364（余53723）

（7）　s＋1＝元旦纪元积日数

450364＋1＝450365

这个公式比《苏定》求元旦纪元积日数的公式复杂，但它在得到元旦纪元积日数之外，第（6）式的余数又是求岁余的数据，从岁余可以得到空日的天数。本书求岁余及空日的公式（附算式）如下：

（8）　以（6）之余数×800÷100000＝w（舍去余数）

53723×800÷100000＝429（余78400）

（9）　800－w＝v（此v即岁余）

800－429＝371

（10）　207＋v＝u（此u为去年之岁余）

207＋371＝578

（11）　u－800＝正数或负数（负数元旦前空一天，正数空两天）578－800＝负数

故知该年元旦前空一天。

已知1233年元旦纪元积日数为450365，减去今年元旦前的一个空日，就可知去年除夕的纪元积日数为450363（即450365－2）。

求元旦具体日期的公式（附算式）如下：

（12）元旦纪元积日数×11＋633＝b

450365×11＋633＝4954648

（13）（元旦纪元积日数＋7368）÷8878＝c（舍去余数）

(450365 + 7368) ÷ 8878 = 52（余6077）

(14) (b − c) ÷ 692 = d （余数为a）（d即建元以来把小月补成30日的补足日数）

(4954648 − 52) ÷ 692 = 7159（余568）

(15)（元旦纪元积日数 + d）÷ 30 = e（余数为f）（e为纪元积月数，f 即当月日序基数）

(450365 + 7159) ÷ 30 = 15250（余24）

元旦的当月日序基数为24，即傣历下半月月下 9 日（24 − 15 = 9）。

依据日序基数求所在月份，本书有如下规定，即

(16) 当月日序基数从25到29，元旦在六月，闰月置于当年，月晦两次于白羊宫、金牛宫、双子宫、巨蟹宫、关门节在闰九月。

(17) 当月日序基数从 0 到 5，元旦在七月，去年以来月晦两次在狮子宫、室女宫、天秤宫、天蝎宫、人马宫、摩羯宫、宝瓶宫、双鱼宫，置闰月，关门节在前九月；

(18) 日序基数从 6 至24（元旦在六月），这样的年不置闰月，是为平年。

从这三条规定，可知日序基数24属（18）式，元旦在六月（即六月月下 9 日），当年不置闰月。

求八月是否大月，道理本来不复杂，但《历法星卜要略》中解说得很烦琐，现照其说明略作简化，可列式如下：

(19) 元旦纪元积日数 −（日序基数f − 1）= g（g是去年 6 月 1 日纪元积日数）

450365 −（24 − 1）= 450342

(20) 354 + g = h（暂定的今年 6 月 1 日纪元积日数）

354 + 450342 = 450696

（21）次年元旦纪元积日数－（日序基数－1）＝i

（按（1）至（7）式求出）　　（按(12)至(15)式求出，此数如为0至5，需加30）

（此i为今年6月1日纪元积日数）

450730－（5＋30－1）＝450696

（22）h＝i，八月为小月；h＋1＝i，则八月为大月。

h＝i，故知1233年八月为小月。

求八月是否大月的四条式子的意义就在于排除太阳年所可能带来的计算麻烦，而把相邻两年元旦的纪元积日数都转化成相邻两年六月1日的纪元积日数。傣文历书每年十二个太阴日（或十三个月）皆以六月排在第一格，五月排在最末一格，每年354天（或355天），置闰月之年每年384天（或385天），八月是否大月从一天之差就能找出来，这样计算起来就较为方便。

至于从纪元纪时法推求干支年、干支日和周日的方法，十分简便，《苏定》中都有规定，现列式如下：

（23）求纪年天干

纪元年数的尾数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
天　　干	己	庚	辛	壬	癸	甲	乙	丙	丁	戊

1233年尾数为3，天干属“辛”。

（24）求纪年地支

纪元年数除12所得余数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0
地　　支	亥	子	丑	寅	卯	辰	巳	午	未	申	酉	戌

1233÷12＝102（余9），地支属“未”，

故知1233年为“辛未”年。

（25）求纪日天干

纪元积日数之尾数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
天干	辛	壬	癸	甲	乙	丙	丁	戊	己	庚

1233年元旦之纪元积日数450365之尾数为5，当日天干为“乙”。

（26）求纪日地支

纪元积日数除12所得之余数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0
地支	巳	午	未	申	酉	戌	亥	子	丑	寅	卯	辰

450365÷12＝37530（余5），当日地支为“酉”，故知该日是“乙酉”日。

（27）求周日

以纪元积日数除以7，余数为周日。

450365÷7＝64337（余6）

故知当日为周6。

在旧的傣文历书中，每年年历表下还写有过去时和未来时，这是根据佛家以五千年为一佛劫来计算的，傣语叫“五千洼沙”。以佛历纪元元年为起点，到某一年的积累年数为过去时，以5000减过去时为未来时。《历书星卜要略》对计算过去时与未来时作如下规定：“要编制五千洼沙，以傣历

纪元年数为基数加650，就是大历纪元年数[1]．以大历纪元年数为基数加622是过去时，以5000为基数减去过去时就是未来时了”。按照这个规定，推求1233年的过去时与未来时可列式如下：

$1233+560+622=2415$（过去时）

$5000-2415=2585$（未来时）

这样，傣历计算历年历表的各项内容就都有了．现将傣文计算历1233年年历表译出（表见下页），其中各项数字与本文计算结果完全一致。

此年历表需作几点说明：

1．各曜运转位置栏内，每一方格左上角为上半月日期，右上角为所在宫序，如12月份太阳位置为[2 5]，即12月月出2日太阳进入第5宫（室女宫）；左下角为下半月日期，右下角也是所在宫序，如6月份金星位置[11 1]，即月下11日金星进入第1宫（金牛宫）；单有一个数字在方格中间，即此曜全月都在该宫，空格同此。如6月份木星全月在第2宫（双子宫），7月至2月也都在此宫，至3月月下4日始进入第3宫巨蟹宫。

2．当年日序数以元旦后一日为1，该年元旦在6月月下9日（即第24日），则第25日（月下10日）为1，6月共29天，7月月出1日则为6，顺此算至次年元旦日。

3．表下注明栏内之“摄”为闰余数，19年一摄周置七个闰月，如傣历1216年为摄1，1217年则为摄2，延至1233年为

---

① 大历纪元即塞迦纪元，以公元78年为元年。佛历则以公元前542年为元年。

月份	月出1日的周日	月出1日的干支日	各曜运转位置							当年日序数	纪元积日数
			太阳	火星	水星	木星	金星	土星	罗喉		
6	4	壬戌	7 0			2	11 1	8	2	342	450342
7	5	辛卯	9 1	11 6	3 1		13 2			6	450371
8	7	辛酉	9 2		3 2		13 3			36	450401
9	1	庚寅	13 3	9 4	3 3		14 4			65	450430
10	3	庚申	0 4		3 4		1 5			95	450460
11	4	己丑		8 8	4 5		1 6			124	450489
12	6	己未	2 5		9 6		9 7			154	450519
1	7	戊子	3 6	5 9	4 7		9 8			183	450548
2	2	戊午	3 7		4 8		10 9			213	450578
3	3	丁亥	3 8	4 10	4 9	4 3	10 10			242	450607
4	5	丁巳	3 9		4 10		8 11			272	450637
5	6	丙戌	3 10	2 11	5 11				4 1	301	450666

辛未年傣历1233年。摇18。平年。过去时2415，未来时2585。除夕6月下7日，周4，癸未日，纪元积日数450363。空一天。元旦6月下9日，周6，乙酉日，纪元积日数450365，岁余371，纪元积月数15250。纪元以来小月累计数7159。日序基数24。

摄18，1234年为摄0，闰月一般皆置于摄0、摄2、摄5、摄8、摄10、摄13、摄16。

从上面这页年历表及本节的整个计算过程可以看出，纪元年数、纪元积月数和纪元积日数是傣历年月日安排的最基本的根据。年历表上的所有项目，都可以根据这三项数据推算出来。可见纪元纪时法对于傣历历书的安排是何等的重要。

四

傣历纪元纪时法中的三项时间积累数，是傣族天文历法据以推算的基本数据，其中尤以纪元积日数的意义最大，因为不仅安排历书时需要用它，而且在计算火水木金土等星体的运行位置时特别需要用它。这些行星的运转周期都不能以年月为单位，所以有一个连续不断的日子积累数，计算时就较为方便。西方的儒略周纪年法现在已很少使用了，但连续不断的儒略纪日法在现代天文学上还继续使用着，而且各种天文年历上都还登载每天的儒略日，其意义也就在此。儒略纪日法是1582年法人斯加利杰（J.J. Scaliger）创造的，而傣历的纪元纪时法自建元以来，却已经有一千三百四十年的历史了。

傣族在使用纪元纪时法以前，早在汉代就吸收了汉族历法中的干支纪时法，那时主要以六十干支来纪年、月、日[1]。到唐贞观年间，才有了纪元纪时法，这是中南半岛缅、泰、老挝等国和我国傣族都使用过的一种纪时法，在我国傣族地

---

1) 关于傣历中干支纪时法的情况，可参阅张公瑾、陈久金《傣历中的干支及其与汉历的关系》一文，载"中央民族学院学报"1977年第4期。

区开始使用的时间，大概比建元时略晚一些。由于傣族在历史上常是分片聚居的，片与片之间常被其他民族隔开，这种纪时法开始时可能只在西双版纳及泰国北部清迈[1]一带使用。但傣族在吸收了这种纪时法以后，就与原有的干支纪时法结合起来，形成了后来的傣历。

这种纪时法是我国傣族和近邻国家有关民族吸收印度古代文化的一个成果。印度古代有比较发达的天文学，它与占星术结合在一起，唐时曾在我国风行一时，译本如《吉凶时日善恶宿曜经》（唐释不空译李淳风注）、《佛母大孔雀王明经》（不空译）、《佛说大孔雀咒王经》（义净译）等，此外，西天竺国婆罗门僧金俱吒曾撰写《佛说北斗七星延命经》。唐朝廷还有以印度天文家来参加修历的，如高宗时以瞿昙罗为太史参加修历[2]，玄宗时也曾以印度天文家瞿昙譔为宗正丞参加修历，此人还作了一卷《唐甲子元辰历》。另外，我国唐代的大天文家僧一行还曾撰写《七曜星辰别行法》、《北斗七星护摩法》。这些都是唐时我国中原地区对印度天文学成果的吸收，部分著作是应用九执历（或七曜历）的原理来研究天文历法与星占术的。《旧唐书》曾称："天竺国有文字，善天文历算之术"[3]。当时中印文化交流是很频繁的，西双版纳一带是古代我国通印度的一条交通线所经过的地方，据《史记》、《汉书》、《后汉书》记载，早在公元前二世纪，

---

1) 清迈一带即国外史书所谓的兰那国，元朝在这一带设"八百等处宣慰使司"，明朝设"八百大甸军民宣慰使司"，当时是元明的地方一级政权，处于元明中央王朝的管辖之下，其民族成份也多是傣族。

2) 《唐会要》四二载："太史瞿昙罗上《经纬历法》九卷，诏令与麟德历相参行"。

3) 见《旧唐书》一九八《西戎传》。

从四川经过云南、缅甸到印度的交通贸易线已成为通途[1]，唐时这里是开南（昆明南部）到暹罗湾的交通要道[2]。当时西双版纳是有条件接受印度文化的影响的。那时印度天文历象家不仅在我国中原地区，而且也在中南半岛各地活动着。还在公元四世纪时，有一个天竺婆罗门侨陈如还做了扶南国的国王，"复改制度，用天竺法"[3]，《出三藏记集》十三曾记载吴建初寺僧康僧会，其先世是康居人，一直住在印度，书里说他"明练三藏，博览六典，天文图纬，多所贯涉"，后随他父亲移居到交趾。他父亲是商人，可见当时贸易活动与文化交流是同时进行的。在这个情况下，印度历法及其星占术传入我国傣族地区是一点也不足为怪的。

傣族的纪元纪时法以日月五星及"罗睺""格德"（计都）为历法星占的天文学依据，其根源也就是印度的九执历，而且傣历中这九曜的名称以及十二宫二十七宿等概念的名称，也就是梵语变化了的音译。但是，傣族吸取印度古代历法并不是生搬硬套的，而是有自己的许多创造。首先是将这种纪时法与早已从中原吸收的干支纪时法结合起来，两者并用，

---

1) 张骞从西北出使大夏（今阿富汗地），在那里看到了四川商人贩运的"邛竹杖"和"蜀布"，而这些东西是由身毒（今印度）转运去的。于是知道了这条由四川经云南、缅甸到印度的交通线。后来，汉朝派使臣沿这条路再去印度，但到金沙江边时被当时的"昆明"人阻挡住了，没有去成，然而却知道了在滇与昆明以西千余里，也就是他们所要经过的傣族地区"有乘象国，名曰滇越"见《史记·大宛列传》。由于在阿富汗看到由印度转运去的"邛竹杖"与"蜀布"，可见这条当时官方未能走通的路线，民间商人已频繁往来了。《后汉书顺帝本纪》载"永建六年（公元131年）……十二月，日南徼外（叶调国）掸国遣使贡献"。这一次掸国王雍由调遣使臣从日南（越南广平省）到洛阳，必经过西双版纳，所以可以设想贩运"邛竹杖"和"蜀布"的这条中印交通线很可能经过西双版纳。

2) 见樊绰《蛮书》卷六。

3) 见《梁书》卷五十四《扶南传》。

以至不少傣文历史文献由于年月错乱而从干支记载中得到纠正。其次，傣族还创造了每年十二个朔望月的数序记月法，(即从6月起顺序为7月、8月、9月、10月、11月、12月、1月、2月、3月、4月至5月止)，并固定置闰月于九月等，这些特点都是与印度九执历不同的。

傣历中的纪元纪时法与泰国使用过的小历甚为近似。泰语称小历为 chulasŏkrat，我国傣族称纪元纪时法为 tsŭnlasaxat，实是同音异读。在McFarland 所编的《泰英辞典》中，解释为"始于公元638年3月21日的泰国小历"[1)]。其建元时间与我国傣族的纪元纪时法仅有一天之差。关于泰国小历的来源，说法不一。在法人艾莫涅（*Etienne Aymonier*）的《古代暹罗考》中，作者认为"此小纪元历之最早行用期有三（虽由后日推算而得，然极为近真：705年、719年、720年，此即公元1343年、1357年、1359年也。"[2)]

在张礼千所著《中南半岛》一书中，曾写有：一五六九年八月三十日大城陷落，暹王摩欣及诸王族悉被俘……。缅既亡暹，大城遂驻缅吏，行缅甸法律制度，而缅历亦导人暹罗，此即暹人所称之小历（chulasakrat）是已。此历至一八八七年始废，然迄今仍间有用之者。"[3)]

翦伯赞主编之《中外历史年表》亦主此说，在"公元1569年己巳明隆庆三年"条内载："(暹罗）节迦罗博王死于围城中．缅兵破京城，俘摩欣，立摩诃昙摩罗阇为王．又于要地置缅官，行缅法，于是缅历亦代暹历"[4)]．这种说法又把使用小历

---

1) 见McFarland：《Thai-English Dictionary》1954年伦敦重印本第255页。

2) 见开明书店版《暹罗译证》（陆翔译）第132页。

3) 见商务1937年版《中南半岛》第73页。

4) 见中华1961年新一版《中外历史年表》639页。

的时间推迟了二百多年，而且认为泰国小历来自缅甸历法。

关于缅历的来源，《中外历史年表》“公元638年、戊戌、唐贞观十二年”条载：“（缅甸）蒲甘王布婆修逻汉令人修历书，后世称为缅历，亦曰小历，暹罗亦曾用之.”[1]这段意思在哈威的《缅甸史》中记载较详，该书说：“至于现在所谓缅历，（迦车般车Kaccha pancha）之于公元638年3月产生，当归功于古时蒲甘王布婆修罗汉（popasawrahan）（613—640年）。暹罗亦引用之，称为小历（chulasakaraj）。此历当系缅甸某朝之印度观象家所制订无疑”[2]。

以上关于泰国小历的起用时间有两种意见，一种认为是十四世纪中叶开始使用的；另一种意见则认为是1569年开始使用的，而且是从缅甸传入的，而缅历是蒲甘王布波修罗汉时由印度观象家制订的。但这些意见都还不能说明傣历纪元纪时法的起用时间，而且这些意见本身的根据是并不充分的。关于傣历纪元纪时法的起用时间，我们首先须求之于傣文文献的记载。

西双版纳有一部比较重要的傣文历史文献，汉译为《泐史》，即西双版纳历代编年史[3]。这书记载的最早年代是傣历542年庚子（即公元1180年），当时入主西双版纳的叭真称“景陇金殿国至尊佛主”，建都于景兰的时间是“552年庚戌六月白分初十日乙丑，星期六”[4]根据这个材料，则当时既

---

1) 见中华1961年新一版《中外历史年表》639页，第268页。

2) 见商务1973年第二版《缅甸史》（姚梓良译）第41页。

3) 此译本为1947年云南大学西南文化研究室印行，李拂一译。

4) 见《泐史》第一页，下文“滴水礼”见同页。《泐史》的另一个勐康土司所藏的原本，当地同志曾将其译为《叭真以后各代的历史记载》，其中记载叭真到景兰的时间一段是这样的：“至五五二年，狗年，六月十日星期六辰时，至景兰”。内容亦与《泐史》吻合，并多一个“辰时”。

已有小乘佛教，而且也已有傣历的纪元纪时法。该书所译“白分”是采用汉籍翻译印度历法的名词，即本文所译的“月出×日”，星期六即周六，其纪年、月、日的方法与周日纪法都与现行之纪元纪时法相同。如果当时还没有这种纪时法，那末其年、月、日期就不会说得如此肯定。同时，从“至尊佛主”的称号及当时的“滴水礼”等活动来看，小乘佛教确已在当地盛行.纪元纪时法是随佛教一起传进来的.按《泐史》的记载来看，当时的宗教活动已有相当大的规模，这说明小乘佛教传进来已有相当长的时间了。值得注意的是，建立于公元八世纪的“南诏德化碑”，其碑阴有傣族将领“赵龙细利”之名[1]．“赵龙”是傣语，即“大官人”之意，“细利”是梵语译音，原意为“吉利”、“光华”，在梵文中也常用作官员之名。从“赵龙细利”一名就可知公元八世纪时印度文化在傣族地区已有很大影响。小乘佛教对西双版纳傣族地区的影响必在这个时间之前。这个问题当需另文论述，但从以上材料看来，基本上可以肯定，这种纪元纪时法在西双版纳一带使用，大有可能就在公元七、八世纪。

既然缅历的名称是 Kacchpancha，而傣历纪元纪时法与泰国小历同名，则后二者必更为接近。我国傣族使用此纪时法在公元七、八世纪，则泰国使用小历就未必会晚到公元十六世纪，上述关于泰国开始使用小历之起用时间，就不很可信．较为可信的是，这种历法是中南半岛及我国西双版纳一带在公元七世纪以后先后使用开来的历法，我国西双版纳及泰国小历是参照缅历之建元时间而另行制订的，开始时先在我国西双版纳及泰国北部清迈一带地区流行，后来又在

1） “南诏德化碑”为南诏首领阁罗凤于公元766年立于王都太和城（今大理太和村），其碑阴有“大军将赏二色绫袍金带赵龙细利”一行。

泰国本部使用，到十六世纪缅侵暹罗而用政治手段在泰国推广使用，从而扩大了它的影响。缅历名称 Kachapancha 之 Pancha 为梵语之“五”，在古代印度有所谓《五大历数全书》(Pancha-siddhanta)，后来又有《五大历数全书续编》(Pancha-siddhantika)，相传后者是公元540年间编著的[1]。一世纪后印度历象家应用这些著作的原理制订缅历是很可能的。但泰语的chula或傣语之 tsūnla 意为“细小的”，与缅历名称不同，因此，不能认为此二历是直接从缅历移译过来的，它只能是参照缅历之建元时间与一些基本数据（如年的长度等）重新制定的历法。另一方面，我国傣历之纪元纪时法与泰国小历也不完全相同。这除了月份名称不同之外，其建元时间还有一天之差，即泰历建元要早一天。这一天之差十分值得注意。上文介绍《苏定》一书中求纪元积日数的公式时，其中第（3）步有一个650的加数，此650除以703所得时间值为0.924608日，将近有一天的时间。这是一项计算时的修正值，它说明傣历纪元纪时法建元于傣历7月1日从历法计算的意义上来看并不是一个理想的时间，所以才加上将近一天的修正值。泰国小历大有可能是参照了傣历纪元纪时法的这一不理想的地方，于是在制订时干脆把历元提前了一天，使得计算时更加便利。根据历史记载及历法本身的推算方法两方面来印证，可以认为这种纪时法在我国西双版纳傣族地区使用的确早于泰国的小历。

总之，我国傣族有悠久的历史和文化，从傣族天文历法的发展情况来看，傣族自古以来就是一个善于学习、善于吸取祖国各民族和邻国文化成果的民族，同时也是一个善于创造的民族。

1）见商务版《印度古代文化》（武田丰四郎著，杨练译）第155页。

1054年超新星位置的新证据

刘金沂

公元1054年7月4日，在天关星（ζTau）附近爆发了一颗超新星，爆发时抛出的物质形成了蟹状星云（$M1$，NGC 1952），爆发后的残骸形成了中子星NP 0532，这是天文界都广泛接受的结论。但是早在1942年，J.H.Oort等人第一次得出蟹状星云是1054年天关客星爆发时产生的结论时就曾指出，某些中国古代记录记着客星在天关星东南可数寸，而目前观测到的星云是在ζTau西北一度左右。东南和西北正好相差180°，这就是所谓1054年超新星的方向问题。

据史籍记载，有关1054年超新星爆发的最早两条记录见于1070年编辑的《宋会要》，当时离1054年才16年，在这两条记录中均不产生方向问题[1]。这两条记录为

（1）至和元年七月二十二日守将作监致仕杨惟德言："伏睹客星出见，其星上微有光彩，黄色。谨案《黄帝掌握占》云：'客星不犯毕，明盛者，主国有大贤。'乞付史馆，容百官称贺。"诏："送史馆"。

（2）嘉祐元年三月，司天监言："客星没，客去之兆也."初，至和元年五月晨出东方，守天关．昼见如太白，芒角四出，色赤白。凡见二十三日。

这两条记录关于客星位置的记述一是"客星不犯毕"，一是"守天关"。而最早出现"客星出天关之东南，可数寸"的记录是《续资治通鉴长编》，那是距客星爆发110多

年后才编写的，方向问题从这里才开始产生。

宋代的史料，除大量文字材料之外，还有一份珍贵的古星图——苏州石刻天文图。该图于1247年刻在石碑上，而底图和文字说明为黄裳(1146—1194)所作。据研究，该图上恒星位置系采用了北宋元丰年间（1078—1085）的观测资料，这时距天关客星1054年的爆发才二十多年。是最靠近天关客星爆发后留下来的一份古星图。

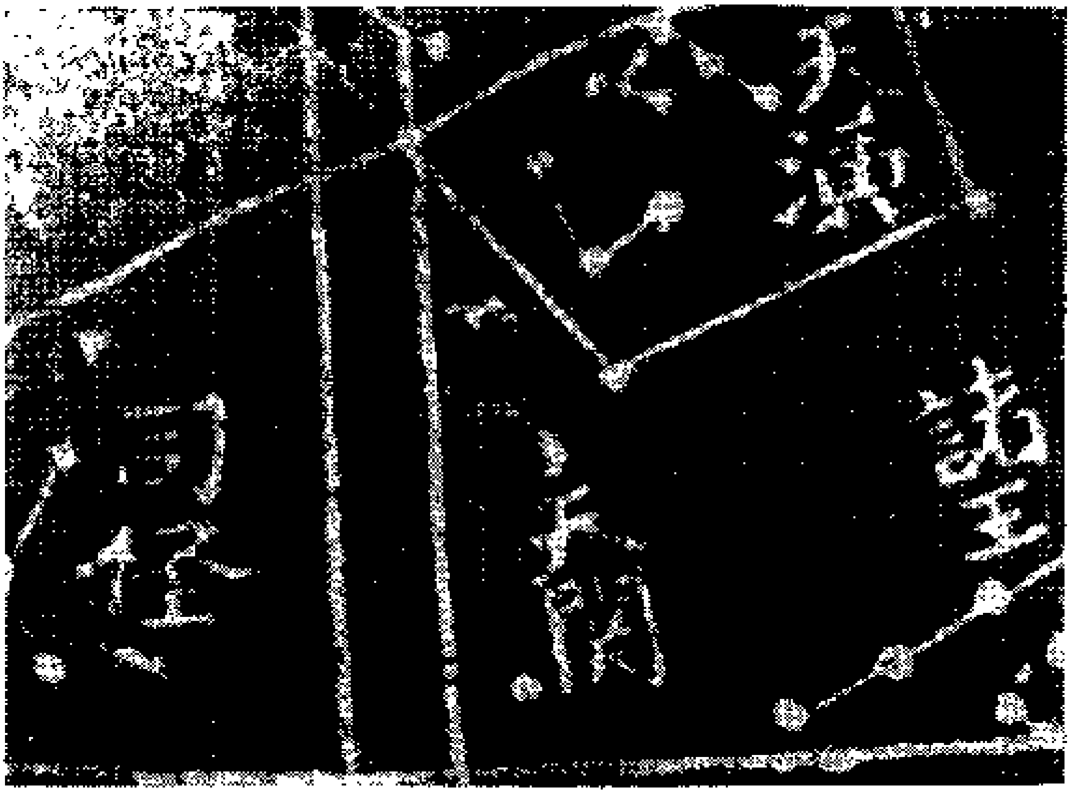


照片 1

在这份石刻古星图上，天关星西北方向有一缺损（照片1），在缺损的中央有一个星象，大小和形状都同石刻图上其他星象相似。考察破损的附近，还有其他不规则的缺损，这显然来自某些无意的事故。而这个星象不跟下面的“天”字相重，到“天”字的距离也很合适，看来它不是无意打出来的，而是当时刻下的一颗星。据宋代之前的所有文献记载，在这个天区是没有星的，只有黄道过其中。石刻图上的

这个星点是什么呢？它很可能就是1054年在天关附近爆发的那个超新星。

苏州石刻天文图原藏苏州府学（文庙），本世纪初才被广泛介绍到国内外，在这之前知道的人不多。南京图书馆收藏了清代末年的一个拓本，在这个拓本上，天关星西北方向上这个缺损和星点也非常清晰（照片2，拓片正面）。它说明这个缺痕和星点是古代遗留下来的。



照片 2

1054年在天关附近爆发的超新星可见期达二年之久，我国天文工作者曾做过大量观测，最初的二条资料报告了它的颜色和亮度的变化，也包含它在天关星附近的位置记载，而这份星图上天关星西北的这个星点正好符合上述资料中的位置记载，这是1054年超新星位于ζ Tau西北的一个证据，方向上的矛盾在这里并不存在。

据苏州石刻天文图同时刻石的《地理图》碑文记载，天

文图的底本得之于四川，是黄裳1190年作宋宁宗赵扩的教师后进献的。黄裳是四川人，进士出身，在四川当过一段时间地方官，以后到临安(杭州)当嘉王（赵扩）的“翊善”。他虽不是一个职业的天文工作者，他对天文学总有所了解，绘制星图也是有所依据的。前已述，天文图上星座位置是采取元丰年间的观测，这说明北宋的资料尚有机会为黄裳所见。北宋时曾画过不少星图。如苏颂的《新仪象法要》一书中就有五幅星图，王安礼等重修的《灵台秘苑》中也有三十一个分区星图，等等。但黄裳的图是传统的盖天式全天星图，同他们都不一致，星座系统、恒星位置方面都有不少差别。黄裳的星图上天关星西北还有一颗星，这可能是他见到了某些其他资料，其中有描绘出现于天关（ζTau）西北的客星那样的资料，甚至是当初所画的表示客星位置的示意图。

类似这样的描绘异常天象的星图是我国天文观测的一个习惯。至今我们在故宫的明清档案馆里还可以见到康熙年间出现大彗星时所画的彗星图，图上画出了彗星在恒星间的位置。南宋王应麟编纂的《玉海》中也注录了北宋康定元年(1040年)二月辛卯司天监官员季自正上报的“星变图”[2]，描述太白犯昴宿的情况。1054年超新星的爆发在当时曾引起了很大注意，由它的位置占卜是祸是福的报告曾送到了皇帝那里，司天监的报告、大臣的奏折中都多次提到这个客星的出现，对于这样一次重大的异常天象，描绘它位置的星图肯定是不少的。

黄裳天文图上1054年客星的来历有可能就是这类描绘异常天象的星图，而它的整体却另有其他的依据。《玉海》载：“绍兴七年（1137年）六月八日（日历戊戌），四川帅司进资州翠微洞隐士张大檝用唐制创捷法盖天图，新式，又进翠微洞隐书《宝轴司天玉匣秘书》，《金键要诀》等。诏

津遣诣行所在。”王应麟注曰：“日历载，大概状用唐旧制，创为捷法盖天图，新式。亦欲以坐观天道，备上圣乙夜清览，行军幕中候验不劳仰观，陈于几案。覆乎视上，则乾象虽远，如在目前。今造捷法盖天画图及四正地规，为板图，大小四面缴进。旨津遣赴行在。仍赍天文秘书前来进呈。”[2]这幅新式盖天图在1137年献进南宋朝廷，从时间上来看，与黄裳比较接近，从星图形式来看，是盖天式，同黄裳图一致，此图从四川献来，黄裳又能接触秘府，他以此图为依据作天文图的可能性是很大的。

现在可以设想黄裳作天文图的大体步骤：先以张大猷的新式盖天图为底本，再参考其他资料进行补充。1054年出现的超新星可能就是这样补画上去的。正因为是补画，黄裳图上天关西北的星点跟蟹状星云的实际位置有一定的偏离就可以这样来解释：因为这个星点是后来补画上去的，“天关”二字的位置已在图上先占去客星的正确位置，黄裳只能在“天关”二字的顶上表示出这个在天关西北的客星来。后来王致远主持刻石，只好依黄裳的图原样镌刻，成为现在所见的这个样子。

此外，在黄裳的天文图上还画出了1181年出现的超新星[3]。这个客星的出现离黄裳作天文图不到十年，他很可能亲眼看到了这一客星的出现并进行了观测，所以也把它画在图上了。这一重要事实旁证了天关西北的星点正是1054年超新星。这样就使苏州石刻天文图的科学价值更大了。明代正德元年（1506年）刻石的《常熟天文图》是为了校正苏州图的缺乱而翻刻的，它把天关西北的一星以及传舍星组里多出的表示1181年超新星的星点都取消了。殊不知，苏州图上这两个星点正是有重大科学价值的。

参考文献

〔1〕薄树人，王健民，刘金沂：《中国天文学史文集》，科学出版社，1978年。
〔2〕王应麟：《玉海》卷一。
〔3〕刘金沂："1181年超新星和3C58"，《自然科学史研究》1卷4期1982年。

西双版纳傣文《苏定》[①]译注

张 公 瑾

译 文

关于编算年岁和日子的问题。

以现在的纪元年数[②]为基数，减去某人的年龄数，就是该人的生年。

要知道该年的天干[③]，就看这年纪元年数的尾数，如果是1就是己，2是庚，3是辛，4是壬，5是癸，6是甲，7是乙，8是丙，9是丁，0是戊，这样就知道该年的天干了。

要知道该年的地支[④]，就以12来除该年的纪元年数，余数是1就是亥，2是子，3是丑，4是寅，5是卯，6是辰，7是巳，8是午，9是未，10是申，11是酉，0是戌，这样就知道该年的地支了[⑤]。

要编算纪元积月数[⑥]，以生年的纪元年数为基数，以12乘，用月根[⑦]来加，在上下两层写此得数，下层乘7，再用228来除，余数为闰余[⑧]，商数加上层原得数，就是纪元积月数了。

要编算纪元积日数[⑨]，以纪元积月数为基数，乘以30，加当月日序数[⑩]，分上下两层写此得数，下层乘11，加650，除以703，余数为阿瓦曼[⑪]，商数减上层得数，就是纪元积日数了[⑫]。

要知道纪日天干[⑬]，就看纪元积日数的尾数，1为辛，

2为壬，3为癸，4为甲，5为乙，6为丙，7为丁，8为戊，9为己，0为庚，这就是纪日天干了。

要知道纪日地支[14]，就以12来除纪元积日数，余数是1就是巳，2是午，3是未，4是申，5是酉，6是戌，7是亥，8是子，9是丑，10是寅，11是卯，0是辰，这样就知道纪日地支了[15]。

要知道周日，以7来除纪元积日数，余数就是该日的周日[16]。

要编算元旦的纪元积日数[17]，则以该年的纪元年数为基数，乘以292207，再加373，除以800，再用余数来减除数，所得数为运转余值。商数加1就是元旦的纪元积日数了[18]。

用运转余值为基数，除以14，舍去余数，商数是所在分，加0作所在度、所在宫，是为宫度分式。用3减所在分，是元旦太阳黄道位置的余分值。此数记下[19]。

求当年日序数，以某日的纪元积日数为基数，用元旦的纪元积日数来减，余数就是当年日序数[20]。

求太阳所在位置，以当年日序数为基数，除以30，商数为所在宫，余数为所在度。以所在度为基数，乘60，除以30，商数为所在分，这就是太阳的所在位置[21]。如果太阳走到金牛宫，以1加所在度；太阳到双子宫，以1减所在度；太阳走到巨蟹宫，以3减所在度；太阳到狮子宫，以4减所在度；太阳到室女宫、天秤宫、天蝎宫，以5减所在度；太阳到人马宫，以5减所在度；太阳到摩羯宫，以4减所在度；太阳到宝瓶宫、双鱼宫，以3减所在度；太阳到白羊宫，当年日序数已有360，这样就以3减所在度。太阳到白羊宫之后，当年日序数在1以上者，又以1加所在度，是为太阳的所在位置[23]。

另一方面，以（上式所得之）太阳的所在位置为基数，

以元旦太阳黄道位置的余分值加上去，就是太阳位置的所在分。若超过60，以60来减，并在所在度中进 1 。遇到这种情况就是极为吉祥的时刻[24]。

求月亮所在位置，以当年日序数为基数，除60，余数为所在分，商数为所在度，添 0 是所在宫，记下[25]。再以当月日序数为基数，乘12，除以30，余数加所在度数，商数加所在宫数，然后，以太阳的所在位置加进去，就是月亮的所在位置了[26]。所在宫、所在度、所在分凡超过它们本身的限数，按限数来减，并各进一位[27]。

求日子的当月日序数，以月亮的所在位置为基数，用太阳的所在位置来减，然后以30乘所在宫数，再加所在度数，此得数乘以60，再加所在分，是为统分数[28]。以统分数为基数除以720，商数为当月日序数，余数除12，是为当日之时度[29]，请记下[30]。

求八字日，以月亮的所在位置为基数，以30乘所在宫数，加所在度数，此得数乘以60，再加所在分，是为统分数。以统分数为基数，除以800，商数为八字日，余数除13，为八字时度，请记下[31]。

按当月日序数求周日、或者按当日之时度、或者按八字日、或者按八字时度、或者按某曜[32]的所在位置、或者按某曜之当年日序数来求周日，皆将其所在位置换算成统分数，以某曜来算，就以某曜的所在位置列上下二式，下式减纪元积日数除以 7 ，余数加上式除以 7 ，余数即周日了[33]。

求火星的运转数[34]，以某日的纪元积日数为基数，减54，除以687，余数为火星的运转数。以其商数加运转数，加75，除以 7 ，余数为周日[35]。

求火星的所在位置，以火星的运转数为基数，除以57，商数为所在宫，余数乘30，除以57，商数为所在度，再将其

余数乘以60，除以57，商数为所在分，是为火星的所在位置[36]。

求水星的运转数，以某日的纪元积日数为基数，减33，乘100，加83，除以8797，余数为水星的运转数[37]。以5乘上式商数，加水星运转数，除以7，余数为周日[38]。如果余数不清楚，则在24之中减……[39]，然后乘8、除以7，余数也是周日[40]。

求水星的所在位置，以水星运转数为基数，除以100，商数超过30，用30除，余数加当年日序数，此当年日序数再按太阳所在宫来加减，如太阳到金牛宫，当年日序数加1；太阳到双子宫，当年日序数减1；太阳到巨蟹宫、宝瓶宫、双鱼宫、当年日序数减3；太阳到狮子宫，当年日序数减4；太阳到室女宫、天秤宫、天蝎宫、人马宫，当年日序数减5；太阳到摩羯宫，当年日序数减4；太阳到白羊宫，如当年日序数有360，则减3；如到了白羊宫，当年日序数有1以上，则以1加当年日序数。如果上述除以100的商数(超过30再除30的余数）加1之后，再以商数（或余数）加当年日序数[41]，除以30，商数就是所在宫，余数就是所在度。以所在度为基数，乘60、除以30，商数就是所在分，这就是水星的所在位置。[42]

求木星的运转数，以某日的纪元积日数为基数，加1021，乘3，除以12997，余数即木星运转数[43]。

求木星的所在位置，以木星的运转数为基数，除以3，舍去余数，商数除以366，所得商数为所在宫；余数除以12，所得商数为所在度；其余数乘5，所得数为所在分，这就是木星的所在位置[44]。

以5乘商数[45]加木星运转数，然后除以7，余数乘2作被减数去减22，再除以7，所得余数即周日[46]。

求金星运转数，以某日的纪元积日数为基数，乘10，减134，除以2247，余数即金星运转数[47]。

以金星的运转数为基数，除以7，其余数乘2，以此得数去减商数，再减12，所得数除以7，余数为周日[48]。

求金星的所在位置，以金星的运转数为基数，除以100，商数若超过30，除以30，余数加当年日序数，在加当年日序数时另有减数已如上文所述[49]。再以商数加当年日序数，然后除以30，商数为所在分。这就是金星的所在位置[50]。

求土星运转数，以某日的纪元积日数为基数，加9178，除以10766，余数为土星的运转数[51]。

以土星的运转数为基数，减1，除以7，余数为周日[52]。

求土星的所在位置，以土星的运转数为基数，除以897，商数为所在宫，余数除以30，其商数为所在度，余数乘2，是为所在分。这就是土星的所在位置[53]。

求罗睺的运转数，以某日的纪元积日数为基数，减3440，除以6795，余数为罗睺的运转数[54]。

以5乘上式商数，加罗睺运转数，加3，除以7，余数为周日[55]。

求罗睺的所在位置，以罗睺的运转数为基数，除以566，商数为所在宫，余数除以18，其商数为所在度，余数乘3，为所在分[56]。另一式，以罗睺的运转数为基数，除以566，商数为所在宫，余数乘30，除以566，商数为所在度，余数乘60，除以566，商数为所在分，这是罗睺的黄道宫度分位置[57]。用黄道宫度分位置去减宫度分之限数即$\left.\begin{matrix}11\\29\\60\end{matrix}\right\}$，是为罗睺的所在位置[58]。

《苏定》一书于此结束。

注 释 和 例 解

①“苏定”一词意为历日，即在历法意义上的日子，另一意义为以元旦后一日为起点的当年日序数，如某年6月月出11日为元旦，则8月月出14日的当年日序数为62。本书题名“苏定”，则泛指一般历法计算的问题，开头一句从其泛指的意义译出，若直译则是“关于编算苏定的问题”。

②纪元年数即傣历纪元纪时法建元以来的积累年数，傣历以公元638年为建元之年，即傣历零年，公元1978年为傣历1340年，傣历纪元年数皆为实足年数。

③“天干”傣语称“母”，纪年天干称“年母”。

④“地支”傣语称“子”，纪年地支称“年子”。

⑤求傣历1340年之干支，尾数为0，天干属戊。求这一年之地支，1340÷12=111（余数为8），地支属午。故知该年为戊午年。

⑥纪元积月数即傣历纪元纪时法建元以来的积累月数，原文音“玛沙根”。

⑦月根数即当年月序数，傣历月序与月名不统一，故须规定月根数，即7月的月根数为1，8月为2，9月3、10月4，11月5，12月6，1月7，2月8，3月9，4月10，5月11，6月元旦前为12，元旦后为0。

⑧原文音“阿替戛玛特”，有时可解释为“闰月”，此处据文义译为“闰余”，“闰月数”应是其商数。

⑨纪元积日数是傣历纪元纪时法建元以来的积累日数，原文音“贺拉贡”。

⑩当月日序数即以月出1日为起点顺序累计的日数，如月出8日为8，月下4日为19。原文音“底替”。

⑪此是音译，其意指小月补足日数的零头。

⑫上两段求纪元积月数和纪元积日数的算例：

（以傣历1162年6月月出2日为例，这是西双版纳大勐笼傣文石

碑立碑的日期，其碑首有当天的九曜位置图，故选择这一天为算例，以便验证，《历法星卜要略》算例同此。）求1162年6月月出2日的纪元积月数：

1162×12+12=13956

下层13956×7÷228=428（闰月数）（闰余108）

上层13956+428=14384（即纪元积月数）

求该日之纪元积日数：

14384×30+2=431522

下层431522×11=4746742

4746742+650=4747392

4747392÷703=6753（余33）

上层431522−6753=424769（纪元积日数）

⑬纪日天干傣语称"日母"。

⑭纪日地支傣语称"日子"。

⑮求1162年6月月出2日之干支，按上式求出当日纪元积日数为424769，尾数为9，故知天干为"己"，除以12，得35397，余5，故知地支为"酉"，即当日干支为"己酉"。

⑯求1162年6月月出2日之周日，以424769÷7=60681（余2）故知周日为"周2"。

⑰"元旦的纪元积日数"原文音"贺拉贡阿打"。

⑱本段内"用余数来减除数"一句，即指800为除数，作被减数。运转余值原文音"帕拉玛打巴拉"。本段求元旦的纪元积日数以1162年元旦为例列式如下：

1162×292207+373=339544907

339544907÷800=424431（余107）

424431+1=424432（即纪元积日数）

又，800减日余数107等于693，即运转余值。

⑲本段列式如下：693÷14=49（余7）。49为所在分。

$$\text{宫度分式}\left\{\begin{array}{l}0\text{——所在宫}\\0\text{——所在度}\\49\text{—所在分}-3\end{array}\right.=\left\{\begin{array}{c}0\\0\\46\end{array}\right\}\text{元旦黄道位置的余分值}$$

⑳求1162年6月月出2日的当年日序数，即以当日的纪元积日数为基数减去当年元旦之纪元积日数，列式如下：

424769－424432＝337，337即当年日序数。

按当年日序数是以元旦后一日起算的。

㉑本段是求太阳所在位置的初步公式，以1162年6月月出2日为例可列式如下：

337÷30＝11（余7）

7×60÷30＝14　（指示式如右）

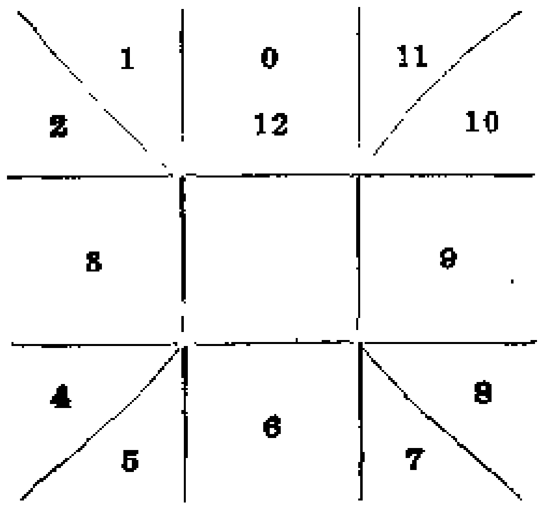
11为所在宫（即双鱼宫）㉒

7为所在度

14为所在分

按：这只是求太阳所在位置的初步结果，下文对所在度与所在分还有改正数。

㉒傣族天文学中十二宫宫序为：1.金牛宫，2.双子宫，3.巨蟹宫，4.狮子宫，5.室女宫，7.天蝎宫，8.人马宫，9.摩羯宫，10.宝瓶宫，11.双鱼宫，12（或0），白羊宫。太阳所在宫为11，故在双鱼宫。傣历中以下图表示十二宫的宫序：



㉓本节是关于太阳所在度的改正数，请参见注㉑。1162年6月月出2日太阳到双鱼宫，原得所在度7应减去3，故太阳的所在度是4。

㉔本节是关于太阳所在分初步公式的改正数，1162年元旦太阳黄道位置的余分值在注⑲中已算出是46，应加到注㉑所算出的所在分14上，最后得太阳所在位置可列指示式如下：

$$\left\{\begin{array}{l}11\\7-3=4\\14+46=60\end{array}\right.$$ 60为所在分之限数，应进1到所在度中，所得结果为 $$\left\{\begin{array}{l}11\text{（宫）}\\5\text{（度）}\\0\text{（分）}\end{array}\right.$$

又，1162年6月月出2日是西双版纳大勐笼傣文石碑立碑的日期，本式求得当日60分进1度，《苏定》中指明遇到这种情况是极为吉祥的时刻，可见建碑日期是根据这个规定来选择的。

㉕本段立式如下（仍以1162年6月月出2日为例）：

$337\div 60=5$（余37），指示式：$$\left\{\begin{array}{l}0\\5^{\circ}\\37'\end{array}\right.$$

㉖本段立式如下：$2\times 12\div 30=0$（余24），即 $$\left\{\begin{array}{l}0\\24^{\circ}\\0'\end{array}\right.$$

上二式相加：$$\left\{\begin{array}{l}0\\5^{\circ}\\37'\end{array}\right.+\left\{\begin{array}{l}0\\24^{\circ}\\0\end{array}\right.=\left\{\begin{array}{l}0\\29^{\circ}\\37'\end{array}\right.$$ 此式再加太阳所在位置：

$$\left\{\begin{array}{l}0\\29^{\circ}\\37'\end{array}\right.+\left\{\begin{array}{l}11\\5^{\circ}\\0'\end{array}\right.=\left\{\begin{array}{l}11\\34^{\circ}\\37'\end{array}\right.$$

㉗宫度分的限数为12、30、60，按此说所在度应进一位即为 $$\left\{\begin{array}{l}12\text{宫}\\4^{\circ}\\37'\end{array}\right.$$，与大勐笼石碑九曜位置图上月亮在⑪宫有一宫之差，这多半是因为计算此图之星卜家使用了另一条简便的公式而导致差误。

㉘统分数即将宫、度数都化为分数，原文音"板达"。

㉙傣历中将每一昼夜等分为60时度，每一时度的实际时间值为24分钟。

㉛根据注㉖与注㉔所得月亮和太阳所在位置，按本段可立式如下：

$$\left\{\begin{array}{l}11\\34\\37\end{array}\right.-\left\{\begin{array}{l}11\\5\\0\end{array}\right.=\left\{\begin{array}{l}0\\29\\37\end{array}\right.\qquad (30\times 0)+29=29$$

$29 \times 60 + 37 = 1777$（统分数）

$1777 \div 720 = 2$（当月日序数）（余337）

$337 \div 12 = 28$（当日之时度）

㉛本段“八字日”也可译为“运星日”，“八字时度”也可译为“运星时度”，是用来推算人生祸福吉凶的基本时间，属于星占术的范围。本段可立式如下：1162年6月月出2日月亮所在位置为

11

34

37，

$$\begin{cases} 11 \times 30 + 34 = 364, \quad 364 \times 60 + 37 = 21877 \text{（统分数）} \\ 21877 \div 800 = 27 \text{（八字日）（余277）} \\ 277 \div 13 = 21 \text{（八字时度）（余4）} \end{cases}$$

㉜傣族天文学中有“九曜”概念，即日、月、火星、水星、木星、金星、土星、罗睺、格德．因“格德”每一昼夜运转一周，故不列入以“历日”为基本单位的本书之中．

㉝本段意思不十分明确，现按原文直译出来，关于按各曜位置求周日之方法，详见下文各段．

㉞运转数即某一星体从历元以来运转若干天周之后，在最后这一天周的运行中所达到的位置的基数，这是用来计算该星体的所在位置的．

㉟以下各星体所在位置的计算皆以1162年6月月出2日为例，不另说明．本段可立式如下：$(424769 - 54) \div 687 = 618$（余149——运转数）$(618 + 149 + 75) \div 7 = 842 \div 7 = 120$（余2——周日即周2）

㊱本段立式如下：$149 \div 57 = 2$——所在宫（余35）

$35 \times 30 \div 57 = 1050 \div 57 = 18$——所在度（余24）

$24 \times 60 \div 57 = 1440 \div 57 = 25$——所在分（余15）

故火星所在位置为第2宫（双子宫）18度25分．指示式：

$$\begin{cases} 2 \\ 18^\circ. \\ 25' \end{cases}$$

㊲本段立式如下：$[(424769 - 33) \times 100 + 83] \div 8797$

$= 42473683 \div 8797 = 4828$（余1868——运转数）

㊳本段立式如下：（4828×5＋1868）÷7＝3715（余3）

㊴本句因有掉字，意义不清．上注所得余数为3，与周日不合，须继续计算，见下注．

㊵注㊳之余数3乘3除7，商数为1，余数为2，与周日合．

㊶这句话是重复上文的意思，但指明要加一个“1”．

㊷求水星所在位置算式如下：

1767÷100＝17（余67）（1767为运转数）

17＋337＝354（337为当年日序数）

354－3＝351（减3是因太阳到双鱼宫）

351＋1＝352

352÷30＝11（余22）

22×60÷30＝44

故知水星在第11宫即双鱼宫22度44分，可列指示式：$\begin{cases}11\\22^{\circ}\\44'\end{cases}$

㊸本段列式如下：

（424763÷1021）×3÷12997＝98　（余3664）

故知木星运转数为3664

㊹本段列式如下：

3664÷3＝1221（余1）

1221÷366＝3（余123）

123÷12＝10（余3）

3×5＝15

故知木星所在位置为第3宫（巨蟹宫）10度15分．指示式：$\begin{cases}3\\10^{\circ}\\15'\end{cases}$

㊺此商数指求运转数时所得之商数．即建元以来木星运转天周次数，即注㊸式所得之98．

㊻本段列式如下：（5×98＋3664）÷7＝593（余3）

（22－3×2）÷7＝2（余2），余数为2即周2．

㊼本段列式如下：（424769×10－134）÷2247＝1890（余1726）故知金星运转数为1726.

㊽本段列式如下：1726÷7＝246（余4）

（246－4×2）－12＝226

226÷7＝32（余2）．故知周日为周2.

按本式原文有掉字.

㊾此即按太阳所在宫来进行加减，加减方法如求水星位置，见本节285页第三段《苏定》译文.

㊿本段可列式如下：1726÷100＝17（余26）

26＋337＝363， 363－3＝360（减3是因太阳在双鱼宫）17＋360＝377， 377÷30＝12（余17） 17×60÷30＝34

故知金星所在位置为12宫（白羊宫）17度34分．指示式为 $\begin{cases}12\\17^{\circ}\\34'\end{cases}$

(51)本段列式如下：（424769＋9178）÷10766＝40（余3307）故知土星运转数为3307.

(52)本段列式如下：（3307－1）÷7＝472（余2）余数为2即周2.

(53)本段列式如下：3307÷893＝3（余616）

616÷30＝20（余16） 16×2＝32

故知土星所在位置为第3宫（巨蟹宫）20度32分．指示式：

$\begin{cases}3\\20^{\circ}\\32'\end{cases}$

(54)本段列式如下：（424769－3440）÷6795＝62（余39），故知罗睺运转数为39.

(55)本段列式如下：（5×62＋39＋3）÷7＝50（余2）余数2，为周2.

(56)本段列式如下：39÷566＝0（余39）

39÷18＝2（余3） 3×3＝9故知罗睺位置为0宫（白羊宫）2度

9 分．指示式：$\begin{cases}0\\2^{\circ}\\9'\end{cases}$

57本段列式如下：39÷566＝0(余39)

39×30÷566＝2 (余38)

38×60÷566＝4 (余 16)，故知黄道宫度分位置为0宫（白羊宫）2度4分，指示式为$\begin{cases}0\\2^{\circ}\\4'\end{cases}$

58$\left.\begin{matrix}11\\29^{\circ}\\60'\end{matrix}\right\} - \left.\begin{matrix}0\\2^{\circ}\\4'\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}11\\27^{\circ}\\56'\end{matrix}\right\}$. 按罗睺应是黄白升降二交点，故有两式.

西双版纳傣文《历法星卜要略》①历法部分译注

张公瑾

译　　文

关于编算泼水节新年元旦② 的方法。以纪元年数③ 为基数，列三式：上式加1；下式加4，然后以9除下式得数，舍去余数，以商数减中式除以8，舍去令数，以商数减上式除以2，记下所得商数。再以纪元年数为基数，以上述公式记下之商数来减，加49049，是为日余数④，以（太阳）运转日数36525875⑤ 为基数，乘以纪元年数，加日余数，除以100000⑥，记下余数。商数加1是元旦之纪元积日数，即纪元新的一年日子之王到来那天的纪元积日数，请记下⑦。

以记下之余数为基数乘800，除以100000，舍去余数，以商数减除数即减800，余数为岁余，记下⑧。

欲知今年元旦之前空几天。以207加今年之岁余，就是去年之岁余了。此岁余以800减，如不够减，则知今年元旦之前空一天，从去年元旦后一日起算，至今年元旦共有365天。如用800减得8，则知今年元旦之前空两天，即从去年元旦后一日起算至今年元旦共有366天。用207减今年的岁余，是明年的岁余。如减得了就知明年元旦之前空一天，即从今年元旦后一日起算（至明年元旦）有365天。以365加今年元旦纪元积日数是明年元旦之纪元积日数。若以207减今年之岁余而不够减，可加800再减，就是明年之岁余。若加800之后才够减，则知明年元旦之前空两天，计算日期从今年元

旦之后一日起算（至明年元旦）共366天。以366加今年元旦纪元积日数，是明年元旦之纪元积日数。去年也好，今年也好，明年也好，就都按这个式子计算[10]。

欲知除夕[11]之纪元积日数，以今年元旦之纪元积日数为基数，若元旦之前空一天，减2，就是（去年）除夕之纪元积日数；若空两天，则今天元旦之纪元积日数减3，就是除夕之纪元积日数[11]。

欲知纪元某年元旦在月出几日或月下几日[12]，即以该年开始之日（即元旦日）之纪元积日数列上下两式，上式乘11加633，下式加7368，除以8878，舍去余数，商数减上式得数，除以692，余数为元旦的阿瓦曼[13]，商数为小月补足日数，记下。以纪元积日数加当日的小月补足日数，除30，余数就是元旦之当月日序基数，记下。商数是元旦所在月的纪元积月数，记下[14]。

如月序基数为25、26、27、28、29这些数，元旦在六月，闰月置于当年，月晦两次于白羊宫、金牛宫、双子宫、巨蟹宫，关门节在闰九月[15]。若日序基数为0、1、2、3、4、5这些数，元旦在七月，从去年以来月晦两次于室女宫、天秤宫、天蝎宫、人马宫、摩羯宫、宝瓶宫、双鱼宫。若日序基数是6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24这些数，这样的年不置闰月，是为单九月之年。以元旦之日序基数减1之后，再减元旦之纪元积日数，就是当月月出1日之纪元积日数[16]。

欲知闰月到来之具体日期[17]，以元旦之纪元积日数列上中下三式，上式加47，中式加2756，下式加2934，除以3828，舍去余数，以商数去减中式得数，除以3062，以商数减上式得数，再除以990，余数为“平常月”之日期。上溯数到何日为0，闰月于该日来到。此余数就是上次闰月到来

之后已过去的日子[18]。计算还有多少日子下次闰月将要来到，即以上次闰月到来之后已过去的日数去减每一闰月周期990天，余数就是下次闰月到来的日数，即可知还有多少天下次闰月将要来到。从元旦之后一天起算，到下次闰月到来之日，即知下次闰月于该日来到[19]。这里的商数就是建元以来的闰月总数[20]，记下。

以纪元以来的闰月总数为基数，然后再看元旦之日序基数，若是0、1、2、3、4、5这些数，则以1减闰月总数；若元旦之日序基数是6、7、8、9直至29这些数，则不加不减，先记下。以元旦所在月之纪元积月数为基数，以记下之闰月数来减，再除以12，余数为当年岁首之月序数（即月根），商数即当年之纪元年数[21]。

以今年六月月出1日的纪元积日数为基数，以“去年”元旦之纪元积日数来减，余数为今年六月1日之当年日序数。以明年六月1日之纪元积日数为基数，以“今年”元旦的纪元积日数减之，余数是明年六月1日之当年日序数[22]。

欲知八月满月之年[23]：凡八月满月之年只有五个小月。从六月月出1日起数，直至五月(每月按30日计)，共有360日.以360减5，尚余355.以355加今年六月月出1日之纪元积日数，是明年六月月出1日之纪元积日数.以明年元旦之当月日序基数减1之后去减明年元旦之纪元积日数[24]，就是六月月出1日之纪元积日数。如所求得的两个六月月出1日之纪元积日数相合，则该年八月当是满月[25]。

欲知平年八月小月：凡平年该有六个小月.从今年六月月出1日起算，数至五月晦日(每月按30日计)，共有360日.以360为基数减5，尚余354日.以354加当年六月月出1日之纪元积日数，是为明年六月月出1日之纪元积日数.又以明年元旦之当月日序基数减1，再减去明年元旦之纪元积日数，是为明

年六月月出1日之纪元积日数。如所求得的两个六月月出1日之纪元积日数相合，则该年是平年，八月就是小月[26]。

以六月月出1日之当年日序数为基数，加29，是七月月出1日之当年日序数[27]；以七月月出1日之当年日序数为基数，加30，是八月月出1日之当年日序数；以八月月出1日之当年日序数为基数，如果八月是大月，加30，如果八月是小月，加29，就是九月月出1日之当年日序数；以九月月出1日之当年日序数为基数，加30，是十月月出1日之当年日序数；以十月月出1日之当年日序数为基数，加29，是十一月月出1日之当年日序数；以十一月月出1日之当年日序数为基数，加30，是十二月月出1日之当年日序数；以十二月月出1日之当年日序数为基数，加29，是正月月出1日之当年日序数；以正月月出1日之当年日序数为基数，加30，是二月月出1日之当年日序数，以二月月出1日之当年日序数为基数，加29，是三月月出1日之当年日序数；以三月月出1日之当年日序数为基数，加30，是四月月出1日之当年日序数；以四月月出1日之当年日序数为基数，加29，是五月月出1日之当年日序数；以五月月出1日之当年日序数为基数，加30，是六月月出1日之当年日序数。如果有闰月，以30加第一个九月（月出1日）之当年日序数，为闰九月月出1日之当年日序数；以闰九月（月出1日）之当年日序数为基数加30，是十月月出1日之当年日序数；顺此算下去，方法是同样的。如欲明瞭闰月与单九月之平年的详情，那末，可看元旦之当月日序基数。如元旦之当月日序基数为6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24这些，就没有闰月，制历时该年画十二个月的格子，该年元旦在六月，六月月序基数是0；如果元旦之当月日序基数是25、26、27、28、29这些数字，是有闰

月之年，该年应画十三个月的格子[28]，该年元旦在六月，六月月序基数也是0；如果元旦之当月日序基数是0、1、2、3、4、5这些数字，是闰月之日期已于去年来到，当年就是有闰月之年，应画十三个月的格子，当年元旦所在月之月序基数是1，元旦在七月了。

若元旦之当月日序基数是0，元旦即在七月月出1日；若是1，元旦在七月月出2日；若是2，元旦在月出3日[29]；若是4，元旦在月出5日；若是5，元旦在月出6日。

为什么说当月日序基数是0就是七月月出1日，当月日序基数是1就是月出2日，当月日序基数是2就是月出3日，当月日序基数是3就是月出4日，当月日序基数是4就是月出5日，当月日序基数是5就是月出6日呢？因为六月是小月，少了一天只有29天，第30天就是0，即是月出1日，原因也就在这里了。

若日序基数是0，这样，元旦之纪元积日数就是七月月出1日的纪元积日数了；日序基数是1，它就是月出2日，以1减元旦之纪元积日数即可[30]；若日序基数是2，是月出3日，以2来减3；日序基数是3，是月出4日，以3减；日序基数是4，是月出5日，以4减；日序基数是5，是月出6日，以5减，元旦之纪元积日数也就换算成七月月出1日之纪元积日数了。

如果元旦之当月日序基数是6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29这些数，先减去1，再减元旦之纪元积日数，就是六月月出1日之纪元积日数[31]。

再看除夕之当月日序基数，若是0、1、2、3、4、5[32]，除夕在七月，月序基数是1，闰月之日期在去年来到，故除夕在当年七月。

除夕之当月日序基数为23、24，月晦两次在巨蟹宫；当月日序基数为25、26，月晦两次在双子宫；当月日序基数为27、28，月晦两次在金牛宫；当月日序基数为29，月晦两次在白羊宫，当年是有闰月了。

若除夕之当月日序基数为28，空一天，元旦在七月月出1日，也即元旦之日序基数为0。除夕之当月日序基数是28，空两天，元旦在七月月出2日，日序基数为1。除夕之当月日序基数为29，空一天，元旦在七月月出2日，日序基数也得1。除夕之当月日序基数为29，空两天，元旦在七月月出3日，其日序基数为2，月序基数为1。

另一方面，除夕之当月日序基数为4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26这些数字，月序基数为0。除夕之当月日序基数为27，若空一天，月序基数仍是0；除夕之当月日序基数为27，若空两天，元旦在七月月出1日，月序基数就是1了[33]。

又一方面，除夕不出现在六月月出1日、2日、3日，这是从来没有过的。除夕出现在六月月出4日、5日、6日、一直到27、28、29这些日子[34]，完全是根据《苏沓定》[35]的规定，是基本条件。

又一方面，除夕不出现在七月月出6日，7日、8日、一直到28、29这次日子，这也是从来没有过的。除夕出现在七月月出1日、2日、3日、4日、5日这些日子，也完全是根据《苏沓定》的规定，也是基本的条件。

又一方面，不管哪一年，月晦两次在白羊、金牛、双子、巨蟹这四个宫[36]，应置难星期，关门节[37]在闰九月望日。月晦两次在狮子、室女、天秤、天蝎、人马、摩羯、宝瓶、双鱼这八个宫，这些是好的年份，不需置难星期，而次

年才置难星期，关门节在闰九月望日也就合适了。要了解详情细节，可按《苏力牙》、《西坦》[38]这些依据《左底沙拉玛》编制的历法书来计算，就会完全合适，也才能了解透彻。如昊合乎“沙脊拉”[39]，也就是真正合乎时间计算的方法。“bǎ bǎ ja se ˀǒ nǎng sǔ”[40]这七个字名为天际月

2　5　5　3　2　11　4

份，即黄道诸宫。

要编制五千春秋[41]，以傣历纪元年数为基数加560，就是大历[42]纪元年数了。以大历纪元年数为基数加622是过去时，以5000为基数减去过去时为未来时[43]。

要明晾季度、月份、佛日、日子、时刻。以5000春秋为基数乘3是季度[44]，以5000为基数乘12是月份，以月份为基数乘30为日子，以日子乘16是时刻。再以月份为基数乘4，为巴哈舍利之佛日，再以月份为基数乘2，是大舍利佛日[45]。

（历法部分完）

注 释 和 例 解

①本书原无书名，附在天文历法文献《苏定》与《苏力牙》二书之后，合订一册，现根据其内容加此书名。本书历法部分约占全书的三分之一，其余为占卜部分。

②泼水节是送旧迎新的节日，第一天为除夕，傣语叫“腕桑刊”，最末一天为元旦，傣语叫“腕叭腕玛”，意即“日子之王到来的一天”。中间一至二天为空日。

③纪元年数为傣历建元以来的积累年数。傣历建元于傣历零年，其纪元年数皆为实足年数。

④“日余数”原文音“定纳掇”。

⑤原文直译为运转日数，实为太阳视运转一周天的日数即365.25875日的十万倍。傣历计算皆用整数，故此处化小数为整数。下文再除十万以还原。

⑥原文此处多了一个0。

⑦本段举1162年为例（以下凡不说明年度者皆为1162年），求1162年元旦纪元积日数可列式如下：

1)纪元年数+1=x	1) 1162+1=1163
2)(纪元年数+4)÷9=y (舍去余数)	2)(1162+4)÷9=129(余5)
3)(纪元年数−y)÷3=z (舍去余数)	3)(1162−129)÷3=344(余1)
4)(x−z)÷z=r	4)(1163−344)÷2=409(余1)
5)纪元年数−r+49049=日余数	5)1162−409+49049=49802
6)(36525875×纪元年数+日余数)÷100000=s（记下余数）	6)(36525875×1162+49802)÷100000=424431(余16552)
7) s+1=纪元积日数	7)424431+1=424432

故得1162年元旦之纪元积日数为424432日。

⑧本段承上注立式如下：

16552×800÷100000=132（余41600）

800−132=668，即1162年岁余为668。

按：岁余原文音“阿戛巴拉阿打”。

⑨本段求空日天数，同时可得下一年元旦之纪元积日数。承上注列式如下：

207＋668＝875　　875－800＝75

因为够减，可知1162年元旦之前空两天。

循此往下计算，668－207＝461（明年之岁余），因为够减，可知明年元旦之前空一天。从今年元旦后一天起算，至明年元旦有365天。

以365加今年元旦之纪元积日数424432，得424797，此即明年（1163年）元旦之纪元积日数。

又：本段所谓岁余，实即傣历年长度整天数之外的余数，即365.25875日中的0.25875日，这即是207除800所得之数。

⑩除夕指泼水节之第一天，属旧年。空日习惯上不归属任何一年，是新旧年之间的交替期。泼水节最末一天为元旦，是新的一年的开始。

⑪本段求除夕之纪元积日数.1162年元旦之纪元积日数为424432，元旦之前有两个空日，故减3，得424429，这是1161年除夕之纪元积日数。

⑫傣历每月二分为上半月和下半月，每月第一天为月出1日，顺序至月出14日，15日为望日傣语称“登柄”，然后为月下一日，至月下13日(小月)或14日(大月)，每月最末一日称晦日，傣语称“登达普”。

⑬“阿瓦曼”是译音，其意指小月补足日数的零头。

⑭傣历元旦不同于公历或农历以元月一日或正月初一为岁首，而是反复推移于6月6日至7月6日之间，其所在日期需由计算推得。本段就是求元旦具体日期的，可列式如下：

（上式）424432×11＋633＝4669385

（下式）（424432＋7368）÷8878＝48（余5656，舍去）

（4669385－48）÷692＝6747（余413——阿瓦曼）（6747为小月补足日数）

（424432＋6747）÷30＝14372（余19）

当月日序基数是19，这就是月下4日。

商数14372为元旦所在月份的纪元积月数。

⑮原文脱“白羊宫”、“关门节在闰九月”等字，据上下文意义

补上．又：前数段中加括弧的字，都是译者为明确其意义而增添的。

⑯按照本段规定，1162年元旦的日序基数是19，该年是不置闰月的单九月之年（即平年）．以此年为例，本段可列公式与算式如下：

$$\frac{\text{元旦之纪}}{\text{元积日数}}-\left(\frac{\text{元旦之日}}{\text{序基数}}-1\right)=\text{当月月出1日之纪元积日数}$$

424432－（19－1）＝424414（即1161年6月月出1日之纪元积日数）

⑰依历闰月虽一律安排在九月，但在计算时皆以990天安排一闰月，因此，闰月来到的实际时间则要由推算求得．

⑱原文音“阿底打涕玛特”，直译应是“过去月”，现依据其实际意义译为“上次闰月到来之后已过去的日子”．下文“下次闰月到来的日数”原文音“阿纳戛打涕玛特”，直译应是“未来月”。

⑲本段列式如下：

（上式）424432＋47＝424479

（中式）424432＋2756＝427188

（下式）（424432＋2934）÷3828＝111（余2458）

（427188－111）÷3062＝139（余1459）

（424479－139）÷990＝428（余620、平常月之日期）

620即上次闰月到来之后已过去的日子．

990－620＝370，即1162年元旦之后370天下次闰月来到，此即1163年7月5日。

⑳“这里的商数”指上式之428，即建元以来到1162年元旦中间已有428个闰月。

㉑本段求元旦所在月之月序基数，月序基数为0则元旦在六月，月序基数为1则元旦在七月．在求得月序基数的同时可以得到纪元年数，这纪元年数与立题时的纪元年数是否符合，是检验计算过程中有无差误的一种办法。

本段计算程序是这样的：

注⑭已求得1162年元旦所在月的纪元积月数为14372。

注⑳已指明建元以来闰月总数为428。

列式如下：

（14372－428）÷12＝1162（余0）

月序数为0，故元旦在六月.

纪元年数为1162，与立题时之纪元年数相合，可证计算中没有差误。

又：本段前部分闰月总数的加减问题，要视元旦日序基数而定，因为日序基数在0至5者，元旦在七月，故在闰月数中减1再去减纪元积月数，就等于在纪元积月数中加1．如果日序基数在6至29之间，则元旦在六月，所以不必加减．因此，日序基数在0至5时，这里形式上是闰月总数减1，实质上是纪元积月数加1．

㉒本段“年”的概念有些混乱，按傣历安排年月日的方法，新年元旦只能在傣历六月6日至七月6日之间，任何一年的六月1日只能在该年岁末，因此，今年六月1日之纪元积日数只有减今年元旦之纪元积日数，才能得到这一天的当年日序数．同样，明年六月1日之纪元积日数只有减明年元旦之纪元积日数，才能得到明年六月1日之当年日序数．故本段中加引号之“去年”应是“今年”，加引号的“今年”应是“明年”，这样才便于计算．

另一种可能是，本书编著人在这里同时使用了汉族一月至十二月为一年的年度概念，因此，“今年六月1日”实是“今年元旦上溯之六月1日，”“明年六月1日”则是“明年元旦上溯之六月1日”，如果这样解释，本段文字仍旧可通．本段算式就按此解释列下：

1）“1162年元旦上溯之六月1日”的纪元积日数即1161年六月月出1日的纪元积日数，注⑱已求出为424414．

2）“去年元旦之纪元积日数”即1161年元旦之纪元积日数，可按注⑦的公式求得为424066。

然后，将上两数字相减：

424414－424066＝348

348即1162年元旦上溯之六月1日也即1161年六月月出1日的当年日序数。

又，求1162年六月月出1日之当年日序数：

1）先求出该日的纪元积日数为424768，

2）已知元旦纪元积日数为424432，

然后将两数相减：

424768－424432＝336

336即1162年六月月出1日之当年日序数.

㉓傣历双月皆为小月，只有29天，但相隔数年有一次八月满月，即有30天．“八月满月”有时译作“八月大月”，意思相同．

㉔元旦之当月日序基数是包括六月月出1日在内的．因此，求该六月月出1日之纪元积日数时，应在日序基数中减1再去减元旦之纪元积日数．又，本段中“今年六月月出1日”亦是今年元旦上溯之六月月出1日，实即去年六月月出1日．

㉕本段求八月是否大月，以1159年为例列式如下：

1）先求出1159年元旦纪元积日数为423336，

2）再求出该日的当月日序基数16，亦即元旦的具体日期为六月月下1日，

3）423336－（16－1）＝423321（为1158年六月月出1日之纪元积日数），

4）355＋423321＝423676（假定之1159、6、1纪元积日数），

5）求出1160年元旦纪元积日数为423701，

6）再求出1160年元旦之当月日序基数26，即元旦的具体日期为六月月下11日，

7）423701－（26－1）＝423676（求得之1159年六月月出1日之纪元积日数），

8）第4）步与第7）步之得数相同，故知1159年八月满月．

㉖本段求八月是否小月，以1162年为例列式如下：

1）先求出1162年元旦之纪元积日数为424432，

2）再求出1162年元旦之当月日序基数为19，

3）424432－(19－1)＝424414（此即1162元旦上溯之六月月出1日即1161年六月月出1日之纪元积日数），

4）354＋424414＝424768（假定之1162年六月月出1日之纪元积日数），

5）求出1163年元旦纪元积日数为424797，

6）再求出1163年元旦之当月日序基数为0，即30，即元旦之具

体日期为七月月出1日。

7）424797－（30－1）＝424768（求得之1162年六月月出1日之纪元积日数），

8）第4）步与第7）步之得数相同，故知1162年八月是小月。

按：本段中“当年六月月出1日”是指当年元旦上溯之六月月出1日，实即去年六月月出1日。同样“明年六月月出1日”也是指今年六月月出1日。

又，以上两段求八月大月或小月在实际计算中只需用其中任意一种方式来求即可，因为原理是相同的。例如以求满月方式来计，即先加355，最后两个得数相差一天，则知不是满月，那就是小月了。同理，先求八月小月，即加354，最后少一天，也可知当年八月满月。

㉗当年日序数是以元旦后一日为起点计算的，如果元旦在六月月出7日，七月月出1日之当年日序数就不可能是六月月出1日加29，而只能是23，（即29－7＋1＝23）；如果元旦在七月月出3日，则七月月出1日之当年日序数固然是六月月出1日之当年日序数加29，但八月月出1日之当年日序数又不是七月月出1日之当年日序数加七月份日数之和，而只能从七月月出4日起数．所以，本段只说明当年日序数之叠加的方法，并不意味着当年日序数可以越年度相加的意思。

又，“当年日序数”原文音“苏定”，还有另一意义为“历日”，即指历法意义上的日子，所以本段也是说明在历法计算中如何按月叠加日数的方法。

㉘傣文年历表每月画一格，画十三个月的格子即画十三格，上文画十二个月的格子即画十二格。

㉙这里原文脱“若是3，元旦在月出4日。”

㉚这以下至减5，都是指如何从元旦之纪元积日数换算成七月月出1日之纪元积日数。

㉛例如1162年元旦之纪元积日数为424432，元旦之当月日序基数是19，则424432－（19－1）＝424414，这就是六月月出1日的纪元积日数。

㉜下文指明除夕不出现在七月6日、7日、8日，因此这里的“5”字应是误写的。

㉝月序基数按元旦所在月来定，故除夕之当月日序基数为27时，月序基数是0或1则视除夕后的空日是一天或两天来决定，也就是视元旦在六月或七月来决定。

㉞傣历分月出与月下两个半月，这里用27、28、29是以当月日序基数代日期。

㉟《苏查定》是一本傣文历法计算的基础书。

㊱原文为"三个宫"，从改。

㊲关门节为进入雨季净斋期的宗教节日。

㊳《苏力牙》、《西坦》都是傣文的天文历法著作。下文《左宗沙拉玛》是一部星象占卜书。

㊴"沙查拉"原意"法术"。

㊵这七个字是根据傣文读音用国际音标标写的，其中ng代表舌根鼻音。

㊶"春秋"原文音"窪沙"，原意是"雨季"，以一"窪沙"代表一年，犹如汉语以"春秋"代表一年，故译为"春秋"。

㊷大历即赛迦纪元，始于公元78年。

㊸大历纪元上推622年，实即佛历纪元，故知过去时与未来时是以佛历纪元为起点编制的。公元1478年为傣历1340年，加560为大历1900年，再加622为佛历2522年，这就是傣历所称的过去时，以5000减2522为2478，即为未来时。

㊹傣历季度可分为一年三季，但民间计算常只分旱雨两季。

㊺傣族地区计时方法有每日12分法、16分法与60分法三种，本文这里只讲16分法。又，巴哈舍利佛日每四月一次，大舍利佛日每两月一次，皆宗教之节日。

ABSTRACTS

THE RECORDS OF SOLAR ECLIPSES IN CHUNQIU AND THE RELATED QUESTIONS

Zhang Pei-yu

"Chunqiu" is a chronicle of State Lu in the period of Spring and Autumn Annals (722—481 B.C.) in China. A lot of valuable data of astronomical calendar during that period were kept in this book.

All of the solar eclipses which were visible at Qufu, the capital of Lu, in that period have been calculated and 37 records of the solar eclipses in "Chunqiu" have been analysed in this paper. The results are as follows: 31 of the 37 records are undoubted. For two of the rest, the records in 17th year of Xuan Gong and Zhao Gong, had mistakes either in the month, date or year, but still they could be identified definitely or marginally. Let us put the other four records aside for the time being.

According to the analysis of all the visible eclipses in the period of Spring and Autumn Annalys, we know that the eclipse records in "Chunqiu" were the more complete ones of high magnitude solar eclipses during that period. The records of

high magnitude solar eclipses which were missed out likely depended on the meteorological factors. Those eclipses, whose magnitudes were less than 0.30, had not been recorded in the period of Spring and Autumn Annals. The records of "Ri You Shi Zhi Ji" were either the total eclipses or those ones, whose magnitudes were more than 0.90. So that the records of celestial phenomena in "Chunqiu" were more meticulous and believable.

In Han Dynasty (206 B.C.—220 A.D.) it was enabled to predict the occurrences of eclipses accurately according to the periodicity. The records of eclipses in "Chunqiu" probably were the principal foundation of the 135 month period.

According to the records of solar eclipses, syzygies and leap months etc. in "Chunqiu", the author has recovered the calendar of the State Lu in Spring and Autumn Annals and figured out that the calendar of state Lu was quite accurate. The length of the average month was more accurate than that of the Quarter Day Systems. And it was possible to give predictions of the new moons which coincided with the celestial phenomena. But the intercalation was not completely regular.

According to the discussions of a few records about the phase of moon and the solar eclipse in "Shi Jing" and the inscription of Bronzes and taking account of the arrangement of intercalary months

in the period of early Spring and Autumn Annals, this paper has discussed the question about the beginning of the year in Western Chou calendar and obtained following result: Probably it was not always true that the month which contained the winter solstice was sure to be the beginning of year in Western Chou Dynasty.

DISCUSSION ON THE ZHUAN XU (颛顼) CALENDAR

Bai Guang-qi

In the recent years, the scholars made a large breakthrough in research on the Zhuan Xu Calendar, one of the 6 old calendars, and had a basic grasp of its skills. However, certain matters concerned have not been correctly discussed. That is why the auther, as an amateur, tries to express the views on them.

An attempt is made, in this article, to distinguish the first day of the lunar month from the meeting moment of the sun with the moon in "the Zhuan Xu Calendar" and so it is inferred that the meeting time of the sun with the moon was closely conformed with the natural phenomena of 325 B.C. And in approaching the error in meeting mement of the sun with the moon measured by the ancients, it is considered that "the Zhuan Xu Calendar" should be created in the middle period of the Warring

States Period, not in the Qin Dynasty.

In contrast to the way of numbering the years in the Warring States Period, author demonstrates that in the Qin Dynasty, it is at latest from the Years of Qin Xiao Gong (秦孝公) that the beginning of year started in the tenth month. So the beginning of year in the Zhuan Xu Calendar is said to be the tenth month, except that it was changed to the first month in the individual years.

Comparing "the Zhuan Xu Calendar" with the way of designating the day by the Heavenly Stems and Earthly Branches known in the Qin Dynasty, the article tries to prove that the leap month in the Zhuan Xu Calendar was placed in the ninth month of the year and so denies the theory about the leap month's being arranged in the twelfth month before unification of the Qin Dynasty.

TEXTUAL RESEARCH FOR "AT THE WINTER SOLSTICE THE SUN WAS AT 11 DU IN THE MANSION DIPPER" IN DA MING CALENDAR

Wang De-chang

According to the accurate calculation and "The Thchnique Calculating the Situation of the Sun" from Da Ming Calendar, the conclusion that the sun on the day of the Winter Solstice reaches at 11du

(ancient Chinese degree, 365.25 du = 360°) in the Mansion Dipper has been proved correct. And this is also in agreement with that in "The Table of the Winter Solstice at All Times". It, therefore, corrects Prof. Qian Bao-zong's mistake that Zu Chong-zhi determined the position of the sun on that day to be 15 du in the Mansion Dipper.

崔

THE METHOD TO CALCULATE THE TIME OF REAL NEW MOON IN LIN DE (麟德) CALENDAR

Liu Jin-yi, Zhao Cheng-qiu

This is the first one of aseries of papers to study the Lin De Calendar (665—728) in Tang Dynasty. It explained in detail the method to calculate the time of real new moon, and illustrated by geometric figure the astronomical significance of the method.

Because the visual motions of the sun and the moon are unequal, every time there is a difference between the mean motion and real motion. The method explained in this paper is how to calculate the solar difference andmo on difference and finally the time of real new lunar is obtained.

All the formulas and the order are summarized in the seventh section. According to it one can calculate every real new moon in A.D. 665—728.

THE PRINCIPLE OF THE METHOD ON THE PREDICTION OF SOLAR ECLIPSE IN THE SHOU SHI CALENDAR AND DA TONG CALENDAR

Che Yi-xiong

This article is to explain the principle of the method of the prediction of solar eclipse in Shou Shi Calendar(used during 1281—1384 A.D.) and Da Tong Calendar (used during 1385—1644 A.D.) with the modern astronomical point of view and terms.

THE RESEARCHES ON KEPLER EQUATION IN QING DYNASTY

Bo Shu-ren

Some Chinese scientists did researches on Kepler equation in Qing Dynasty, after the law of elliptic areal velocity disseminated into China in the eighteenth century. These researches include those to deduce and to solve the Kepler equation. Now in this paper we introduce mainly the methods solving the Kepler equation with approximate calculation in Li Xiang Kao Cheng Hou Bian (1723), with logarithm by Xu Yao-ren (1800—1860), and with expansion in series by Li Shan-lan (1810—1882), and the

methods deducing the Kepler equation by them.

DISCRIMINATION OF THE TWENTY-EIGHT STARS IN CHOU LI

Wang Jian-ming

This paper discusses the twenty-eight stars which were recorded in chou-Li (The Record of the Rites of Chou Dynasty), deems they weren't the twenty-eight Xiu(Lunar Mansions), but the twenty eight individual stars.

ON THE DISCOVERY AND THE MEASUREMENT OF THE PRECESSION WITH TEXTUAL CRITICISMS TO THE HISTORICAL RECORDS OF THE POSITION OF THE SUN AT THE WINTER SOLSTICE IN CHINA

Li Jiang-cheng

In the 4th century Yu Xi (虞喜) noticed that at winter solstice, the culminating star Mao(昴) had been substituded by the star Dong Bi (东壁) during the 2700 years elapsed since Yao (尧) down to Dong Jin (东晋). He had realized that the point of winter solstice was shifting slowly every year, and he had calculated that the amount of westward shifting was about one degree every 50 years. Yu Xi was the first man

in China discovering the precession of the equinoxes.

In the 2nd century the Greek astronomer Hipparchus, while measuring the positions of stars, found that the longitude of the star α Virginis was 2 degrees more than what had been measured 150 years before After detailed analysis Hipparchus discovered that the increment in longitude was the result of the slow retreat of equinoxes westward along the ecliptic. Yu Xi's discovery was about 5 centuries later than Hipparchus'. But they were based upon different methods of observation. They made discoveries independently.

At later times the astronomers and calendar compilers in China such as Jiang Ji (姜岌), He Cheng-tien (何承天), Zu Chong-zhi (祖冲之), Yu Kuang (虞邝), Yao shun-fu (姚舜辅) and Guo Shou-jing (郭守敬), had successively taken fine measurements of the position of the sun among stars at winter solstice. Their methods of observation were mainly the following four.

1. The culminating stars at dusk or at dawn,
2. The culminating stars at midnight,
3. The heliacal rising or setting of planet Venus,
4. The lunar eclipses.

The last one was the most precise one.

This paper has checked and distinguished the data in the historical records of the position

of the sun at winter solstice, with modern theories. The textual criticisms based on facts are made to eliminate the false and retain the true observation of the ancients. The chief results may be summarized as follows:

1. In Tai Chu Calendar (太初历) of Xi Han (西汉) the initial point of Qian Niu (牵牛) was taken to be the point of winter solstice. This was not the actual observation but the outmoded data of Chun Qiu (春秋). At the time of Xi Han (西汉) the winter solstice was of 22 or $21\frac{1}{4}$ degree of Dou (斗) as researched in this paper.

2. The position of winter solstice at $21\frac{1}{4}$ degree of Dou (斗) used by Si Fen Calendar (四分历) of Hou Han (后汉) and by Jing Chu (景初) Calendar compiled by Yang Wei (杨伟) was the observation of forefathers. No observation had been made at the time of Hou Han.

3. The position of winter solstice at 0 degree of Qian Niu (牵牛) in 522 B. C. had moved to 10 degree of Ji (箕) in 1277 A. D. Theoretical calculation shows that our forefather's observations made with naked eyes were very accurate, with errors around ±1 degree only. The maximum errors were less than 2 degrees. The observations made in 368 A. D. and in 1277 A. D. were the most precise ones with errors of ± 0.1 degree only.

THE STARS SUPERIMPOSED[1] DURING DAO GUANG YEARS

Yi Shi-tong, He Jian-lan, Ding Shao-dong

While writing Chinese——Western Big——Lingual Catalog in the winter of 1964, we found that the part of the fraction of the declinations in 152 among 163 stars superimposed in Addenda to the Complete Studies of Astronomical Instruments(仪象考成续编), are the whole number multiples of 10″. Obviously it is not an accidental coincidence.

This paper is based on the demonstrating observational years of the stars superimposed in Addenda to the Complete Studies of Astronomical Instruments, and then analysing the synthetical errors and the instrumental precision of the astronomical observation in the Qing Dynasty. The errors of longitude ±12′, and that of latitude ± 6′ were indicated by the calculating chart. The error of longitude is double the error of latitudesio, due to the observational method. It also shows that there were minute directional error and the error of 1.6′ of the polar height

1) The stars superimposed in Dao Guang Years means the adding stars in catalog in Addenda to the Complete Studies of Astronomical Instruments.

when they were mounted.

It's difficult to manage for most of the information of the actual observations in some of the Qing Dynasty catalogs were mixed with the informations which came from various sources. But we can regard the synthetical errors of the stars superimposed in the Qing Dynasty as the real level of observation at that time.

The stars superimposed were observed by the equatorial armillary sphere——the latest instrument in the ancient observatory in Peking. Although it had some improvements in construction, it's principium, processing condition and technological precision, etc, were roughly the same as the model or representative of instruments in the Qing Dynasty.

All informations given above are the first result of the half quantative analysis about the error of the observations and instrumental precision in Qing Dynasty.

THE INFLUENCE OF IDEA "QI" (PNEUMA) UPON EARLY ASTRONOMY IN CHINA

Xi Zezong

"Qi" (pneuma) is one of the fundamental ideas of ancient Chinese science. This paper deals with its influence upon early astronomy (before about 600A.

D.) in five parts. The first part introduces the meaning and its evolution of Qi. The second part tells that the ancients thought that the growth and decline of the relative strength of Yin (feminine) Qi and Yang (masculine) Qi was the cause of seasonal change. In the third part the correlation of Qi with calendar and temparament of bamboo pitch-pipes is analysed, showing that the early calendar's name "Taichu" (太初) as well as "Santong" (三统) originated from the theory of Qi. The fourth Part is devoted to expounding Qi which could also keep the Earth raised aloft. Xuanye (宣夜) theorists further regarded heaven as an accumulation of Qi, and the Sun, the Moon and the stars as bright lights within this mass of Qi. The fifth part indicates the important role of Qi theory in primitive cosmogony and the similarity of the division of early cosmological evolutional period in the book Yi Wei Qian Cuo Du (易纬乾凿度) written in the first century B.C. to that of the hot Big Bang model at present.

ON THE THEORY OF THE ORIGINS OF THE UNIVERSE IN HAN DYNASTY

Sun Shu-yi, Xuan Huan-can

The study of the origins of the universe in Han Dynasty has been a rich one; furthermore it contains within it elements of simplistic materialism and

dialectics. This valuable inheritance is preserved for us in the Huai Nan Zi (H. N. Z. 淮南子) and Zhang Heng's Ling Xian (L. X.). For a long time, however,the academic world has been paying inadequate attention to the theory of origin as expressed in the H.N.Z. and the L.X.

Some people take the "Dao" (道) or "way" as the universe's noumenon, and say that the Dao is a spirit. The first nature of the Dao is the same as the first nature of "spirit" . They also interpret the proposition "from Nothingness comes Being" contained in the H.N.Z. and the L.X. to mean that "nothingness created the myriad creatures" , and thus asserted that this was an idealistic philosophy.

However, we find the above to be inappropriate, and in this essay seek to present our new view on this matter from several aspects. First of all, we consider that within the thought of pre-Chin China there were two opposing conceptions of the Dao. we can take Zhuang Zhou as representative of one of these, who said that the Dao predated the creation of Heaven and Earth and continued to exist as an absolute spirit. The other view was given by Song Jian and Yin Wen, who regarded the Dao as the most fundamental structuring element of the universe, as the "Jing qi" , "essential/pure vitality" , or as the law inherent in the natural world. The H.N.Z. and the L.X. continued the strands of

thought promoted by the Song-Yin School, and pronounced that Dao was "nature", an invisible but material substance. It was also, they said, the process and Lwa according to which the universe had evolved.

Secondly, we consider that the concepts of "Tai Shi" (太始) or "Great Beginning" and "Xu Kuo" (虚霩) or "Great Void" to be found in the Tian Wen Xun (天文训) chapter of the H.N.Z. indicate the state of chaos current in the primeval world. The words "Tai Shi" lay stress on the time aspect, indicating the very first stage when the material "Great Beginning" came before the creation of Heaven and Earth; the "Great Void" stresses the aspect of space, and shows that the vast space was occupied by primeval materiality.

Furthermore, we seek to prove that the statement "From Nothingness comes Being" to be found in the L.X. does not signify that the myriad creatures were born of absolute Nothingness, but that "That which is tangible comes from the invisible.". This was a common idea in the Han Dynasty. Both the silk scroll "Jing Fa" unearthed at Ma Wang Dui (Changsha, Hunan Province) and the writings of Wang Fu, a thinker who lived at the end of the Han Dynasty, clearly state that it is from the "Invisible" that the myriad creatures were born. we have also researched into the history of the

concepts of "Wu" or Nothingness and "Xu" or Void, and concluded that these were used by both materialists and idealists, therefore we should analyse them scrupulously and in concrete terms.

Lastly, we acknowledge that the Shu Zhen Xun (俶真训) chapter of the H.N.Z. gives a vivid description of the processes of production and evolution. It affirms that the manifold and complicated world we see before us is an objective reality. We have also made an exhaustive study of the meaning of the word "Shen" in the Jing Shen Xun (精神训) chapter of the H.N.Z., and concluded that "Shen" does not designate an idealistic theory of the world's genesis, but points to the dynamic of material change inherent in the natural world.

FROM THE CIRCLE INSTRUMENT TO ARMILLARY SPHERE

Liu Jin-yi

In 1977 an ancient astronomical instrument was unearthed in An Hui (安徽) Province. It was made before 165 B.C. in early Han Dynasty. This instrument contains two circle plates, there are 365 little holes in the upper plate, and 28 Lunar mansions in the lower plate. The author thinks this is an early astronomical instrument. With the help of the in strumenet we can determine the longtitute, declination,

altitute of stars, and the angular distance between two stars. Before the invention of armillary sphere people probably. determine the angle with this circle instrument The development of the knowledge is from circle to sphere, and the circle instrument might be the ancestry of armillary sphere.

STUDY CONCERNING THE SUNDIAL IN WEST HAN DYNASTY

Guo Sheng-chi

In this paper, the analysis and research are made to two flagstones which were sundials of the Western Han Dynasty. The conclusion is that they are the horizontal sundials. On the face of the sundials, the TLV lines have the geometrical significance.

INVESTIGATION ON THE HISTORY OF ASTRONOMY OF THE YI NATIONALITY

Liu Yao-han, Chen Jiu-jin, Lu Yang

In last April and May the authors went to a living area of the Yi nationality, Mt. Da-Liang in Sichuan Province, to investigate the situation of calendar in their history, and found that a very old tradition of calendar is still kept. The main points of it are as follows:

1. A solar calendar, which we call "ten-month

calendar" (十月历), was in vogue in the past. A tropical year in this calendar had 365 or 366 days in all,i.e. ten months a year,36 days each month. The five or six days not belonging to any month were the special days for celebrating the New Year.

2. Some conventions still remain today, e.g. dating with 12 animals, celebrating the New Year in Torch Festival and Star-Returing Festival.

3. There retains a magicware, named octawheel (八方轮), a miraclepiece which could summon heaven and earth, control the sun and the moon, as well as call the Immortals from all quarters. It is the eight directions on which a calendarlabe of the Eight Diagram was built, that characterized their world view.

4. A magic art, relating to astrology closely, predicting good or bad fortune from the position of the sun, was left over.

5. To decide the seasons, they still keep some approaches as before, observing the position of sunrise or sunset from a field point, or measuring the position of a pole's shadow at sunset (or some natural sign's shadow at sunrise).

6. They continue to use the lunar mansions (27 or 28 constellations) to check the calendar and to cast a horoscope from the position of the moon.

7. Other concepts of their world view appearing in their legend or myths were handed down.

Based on our investigation and some related references as well as the results obtained by others, we have compiled a book The History of Astronomy of the Yi Nationality. Some research achievements and the new material obtained by ourselves are summarized in this paper.

1. It is found that the ten-month calendar of the Yi nationality is just the calendar system mentioned in Xia Xiao Zheng (夏小正). Actually, the stellar phenomena and some phenological material in Xia Xiao Zheng were originally ranged in the system dividing one year into ten months. Without the knawledge of the existence of "the ten-month calendar", the later generations tried to put everything in twelve columns to fit the system dividing one year into twelve months. It was the reason that caused all the confusions in understanding Xia Xiao Zheng later on. If you retreated it in ten-month system, however, all the trouble would be over. And we would like to emphysize the coincidence between the ten-month calendar of the Yi nationality and Xia Xiao Zheng.

2. With such a motivation, we investigate all the records of ancient references we could get and found that the ancient astronomy of the Yi nationality used to be flourishing There was an ancient observatory in Lang Zhong (阆中), the central of ancient Ba (巴) race and Zong (賨) race. Both Ba and Zong races are the ancestors of Yi

nationality. Some well-known astronomers in history, e.g. Chang Hong, Gran-zi, and La Xia-hong, were all Ba race at that time.

3. A splendid ancient astronomy of the Chinese nation was graduall formed from mixing the Yi's astronomy with the Han's after it was adopted by the feudal dynasties.

4. The ten-month calendar was closely related to their world view, among which the dominant one was the eight directions, a basic conception leading to the earliest Eight Diagram. It may be interesting to note that it is an innate Eight Diagram, analogous to the Fu Xi one described in ancient references, which is different from the postnatal Eight Diagram popular in Han Dynasty. A very reasonable inference we could suggest from these facts is that the Eight Diagram was set on the concept of the eight directoons.

5. Among the systems of 27 or 28 mansions proposed in history, the Yi's system mainly related to the idea of the sidereal month, might be the oldest one. It could be possible, thereafter, that the origin of the lunar mansions might be deduced from the investigation on the Yi's system.

6. A variety of witchcrafts or astrologies depicted in ancient references seem to have something to do with that of Yi nationality.

THE CUMULATIVE METHOD OF DETERMINING TIME IN THE DAI CALENDAR

Zhang Gong-jin

In the Dai Nationality Calendar, there are two methods for determining time. One is to determine time by examining the Heavenly Stems (T' ien-kan) and Earthly Branches (Ti-chik). The other is by determining the beginning of the epoch. This thesis is written to explain the latter method.

The Dai Nationality Calendar began on March 22nd, 638 A.D. From that day, time was accumulated according to days, months, and years as the three figures explaining the present date. These figures are very very important in calculating astronomy and in determining the present calendar. This means of determining time exhibits characteristics of the nationality. This method also enables one to see the history of the cultural exchange between the Dai Nationality and others nations.

THE NEW EVIDENCE OF THE POSITION OF THE A.D.1054 SUPERNOVA

Liu Jin-yi

The author discovered that in the Su Zhou (苏

州) stone astronomical chart (1190) there is a star situated in the north-west from the Tian Guan (天关) (ζTau). This is probably the position of the A.D. 1054 supernova.

THE TRANSLATION AND ANNOTATION OF THE ASTRONOMY AND CALENDAR LITERATURE "SUDIN" OF THE DAI NATIONALITY

Zhang Gong-jin

This is a work on the astronomy and the calendar of the Dai Nationality. The word "Sudin" means "days". When used as a name of a book, it refers to ordinary astronomy calculation problems. The original work in Dai is a hand-written copy, without the author's name or the date of writing. It came out earlier, however, than works of the same kind. It includes the following points:

1. The method of calculating the days and the years with the Heavenly Stems (T'ien-kan) and Earthly Branches (Ti-chik);

2. The method of determining and calculating the years, months, days and the festivals;

3. The method of calculating the cycle and the position of the planets revolving round the sun.

Here is the Han translation of the original work

in Dai with detailed annotations on the difficult points and examples of the calculations of the formulas.

The four illustrations attached are photo-offset copies of the original one.

THE TRANSLATION AND ANNOTATION OF THE ASTRONOMY AND CALENDAR LITERATURE "SUMMARY OF CALENDAR AND DIVINATION" OF THE DAI NATIONALITY

Zhang Gong-jin

This is a work on the calendar of the Dai Nationality. The original one in Dai is a hand-written copy in middle length, without the author's name and the date of writing. Its main contents are designed to illustrate the methods of determining the Water-Sprinkling Festival, the Closed-Door Festival, the Opened-Door Festival, leap month, the long months and the short months, as well as to show a large amount of astrological materials.

The calculating formula is somehow different from "Sudin". Here is the Han Translation of parts of the Calendar with detailed annotations on difficult points and examples of the calculations of the formulas.

The six illustrations attached are photo-offset copies of parts of the calendar in original.

CONTENTS

The Records of Solar Eclipses in Chunqiu and the Related Questions……*Zhang Pei-yu* (307)

Discussion on the Zhuan Xu Calendar ……*Bai Guang-qi* (309)

Textual Research for "At the Winter Solstice the Sun Was At 11 Du in the Mansion Dipper" in Da Ming Calendar ……*Wang De-chang* (310)

The Method to Calculate the Time of Real New Moon in Lin De Calendar ……*Liu Jin-yi, Zhao Cheng-qiu* (311)

The principle of the Method on the prediction of Solar Eclipse in the Shou Shi Calendar and Da Tong Calendar ……*Che Yi-xiong* (312)

The Researches on Kepler Equation in Qing Dynasty ……*Bo Shu-ren* (312)

Discrimination of the Twenty-Eight Stars in Chou Li……*Wang Jian-ming* (313)

On the Discovery and the Measurement of the Precession with Textual Criticisms to the Historical Records of the Position of the Sun at the Winter Solstice in China……*Li Jiang-cheng* (313)

The Stars Superimposed During Dao Guang Years……*Yi Shi-tong, He Jian-lan, Ding Shao-dong* (316)
The Influence of Idea "Qi" (Pneuma) upon Early Astronomy in China ……*Xi Zezong* (317)
On the Theory of the Origins of the Universe in Han Dynasty ……*Sun Shu-yi, Xuan Huan-can* (318)
From the Circle Instrument to Armillary Sphere……*Liu Jin-yi* (321)
Study Concerning the Sundial in West Han Dynasty……*Guo Sheng-chi* (322)
Investigation on the History of Astronomy of the Yi Nationality ……*Liu Yao-han, Chen Jiu-jin, Lu Yang* (322)
The Cumulative Method of Determining Time in the Dai Calendar ……*Zhang Gong-jin* (326)
The New Evidence of the Position of the A. D. 1054 Supernova……*Liu Jin-yi* (326)
The Translation and Annotation of the Astronomy and Calendar Literature "Sudin" of the Dai Nationality……*Zhang Gong-jin* (327)
The Translation and Annotation of the Astronomy and Calendar Literature "Summary of Calendar and Divination" of the Dai Nationality…*Zhang Gong-jin* (328)